



Tekijä Simon Örnberg

Työn nimi Sähköajoneuvon latauspisteen muotoilu suomalaiseen kaupunkiympäristöön

Laitos Muotoilun laitos

Koulutusohjelma Teollisen muotoilun koulutusohjelma

Vuosi 2013

Sivumäärä 136

Kieli Suomi

Tiivistelmä

Tekes on perustanut EVE –nimisen työohjelman, jonka päätavoite on kasvattaa sähköiseen liikenteeseen liittyvää liiketoimintaa Suomessa. Yksi EVE:n testiympäristöistä on nimeltään Pääkaupunkiseudun sähköinen liikenne, jonka rinnakkaistutkimushankkeena toteutetaan eSini –niminen projekti. eSinin päätavoite on olla mukana suunnittelemassa pääkaupunkiseudun sähköajoneuvojen latausinfrastruktuuria. Aalto-yliopiston muotoilun laitos on mukana tässä hankkeessa tuomassa mukaan käyttäjälähtöisen näkökulman.

Tämän opinnäytteen tavoitteena on tutkia ensimmäisen sukupolven latauspisteiden käyttäjiä ja heidän mieltymyksiään, sekä esittää tutkimusaineiston pohjalta konsepti latauspisteestä. Tutkimustyön pohjana on kirjoitettu aineisto, omakohtaiset havainnot sekä asiantuntijoiden haastattelut. Muotoilutyö sisältää konseptointivaiheen ja prototyypin valmistuksen.

Sähköautoilun kehittämisellä varaudutaan polttomoottoriliikenteen mukanaan tuomien ongelmien, kuten öljyn loppumisen ja ilmansaasteiden ehkäisyyn. Sähköautoilu on tehnyt tuloaan useaan otteeseen, mutta se on teknologian ollessa rajoittunutta jäänyt polttomoottorien jalkoihin. Nyt Suomen sähköautoilua ollaan kehittämässä, ja sen tärkeänä osana on latausinfrastruktuurin kehittäminen. Tällä hetkellä latauspisteitä on muutama ja sähköautoja liikenteessä pari sataa. Uuden teknologian omaksumisessa avainasemassa ovat ns. aikaiset omaksijat, jotka myös muodostavat tämän työn käyttäjäryhmän.

Sähköajoneuvoja ja lataustapoja on monia erilaisia. Tämä työ on tehty julkiseksi latauspisteeksi, joka toimii pistokelatauksella. Latauspisteen muotokieli on valittu sopimaan suomalaiseen kaupunkiympäristöön. Laitteen käytettävyyttä on suunniteltu nopeaksi ja mahdollisimman helpoksi, jotta se sulautuu toimintana luontevaksi osaksi pysäköintiä. Latauspisteeseen on suunniteltu käyttöliittymä, joka sisältää käyttäjän tunnistautumisen, latauksen maksun ja käyttäjän opastuksen. Nämä ominaisuudet pohjautuvat elektroniseen tunnistautumiseen RFID-tunnisteella. Työssä on myös otettu kantaa latauspisteen turvallisuuteen, esteettömyyteen, ympäristöystävällisyyteen, opastukseen, valaistukseen sekä asennukseen ja huoltoon. Latauspisteen asennuskohteista parhaaksi on katsottu sellainen tilanne, jossa samasta latauspisteestä voi ladata useampi pysäköity ajoneuvo samanaikaisesti. Tämän perusteella latauspiste on suunniteltu kaksipuoleiseksi. Mitoitus määräytyi sen sisään tulevien komponenttien koon mukaan sekä käyttäjien keskimääräisen pituuden mukaan. Latausmahdollisuus suunniteltiin kahdelle erityyppiselle pistokkeelle.

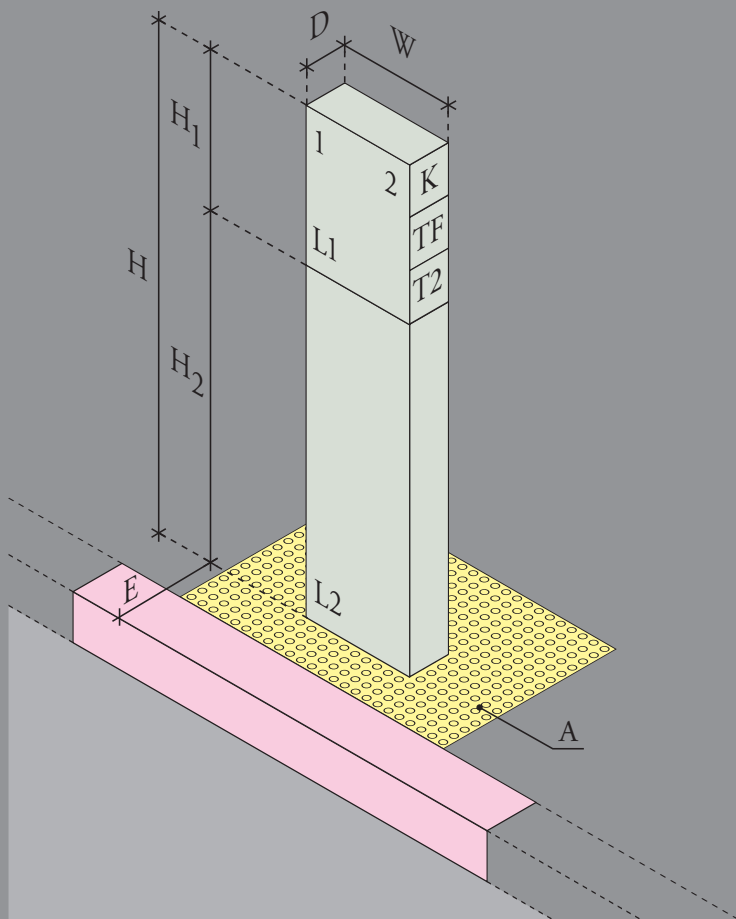
Latauspisteestä valmistettiin prototyyppi metallipajalla. Latauspisteen prototyypissä on umpinainen alaosa, jossa sijaitsee sähkökomponentit sekä perforoitu yläosa, jossa on latauspistorasiat, käyttöliittymä ja valaistus. Suunnittelun tukena on käytetty erilaisia tietokoneohjelmia, joissa on laadittu kattava havainne- ja mitoituspiirustukset. Latauspiste on minimalistinen, mutta perforointikuviolla tai värityksellä muunneltavissa.

Työssä on kiteytetty tietoa latauspisteen käyttäjien tarpeista ja kaupunkiympäristöön suunniteltavista tuotteista. Ympäristöystävällisyyden, helppouden ja edullisen valmistettavuuden takaamiseksi mitoitus on mahdollisimman pieni ja lataustoiminnot yksinkertaisia.

Avainsanat latauspiste, sähköinen liikenne, sähköauto, kaupunkiympäristö, konseptointi

SÄHKÖAJONEUVON LATAUSPISTEEN MUOTOILU SUOMALAISEEN KAUPUNKIYMPÄRISTÖÖN

Simon Örnberg
2013



SIMON ÖRNBERG

SÄHKÖAJONEUVON LATAUSPISTEEN MUOTOILU SUOMALAISEEN KAUPUNKIYMPÄRISTÖÖN

Maisterin tutkinnon opinnäyte
Teollisen muotoilun koulutusohjelma
Muotoilun laitos
Taiteiden ja suunnittelun korkeakoulu
Aalto-yliopisto

Ohjaaja: Jussi Mikkonen
2013

KIITOS

Haluan, että tämän työn ensimmäiset sanat menevät kiitoksen muodossa rakkaalle vaimolleni. Ilman sinun ehtymätöntä tukeasi, muotoilijan tarkkaa kriittikkä ja ymmärtävää suhtautumistasi pitkään jatkuneeseen tauottomaan työskentelyyn en olisi koskaan saanut tätä työtä valmiiksi. Kiitos Heli.

Suuri kiitos myös kolleegalleni Saana Tikkaselle ja opinnäytteeni ohjaajalle, Jussi Mikkoselle. Teidän avullanne sain selkeyttä työn sisältöön ja iloa työn tekoon.

Lisäksi haluan kiittää seuraavia henkilöitä, niin pienistä kuin suuristakin ohjeista ja avunannoista:

Veikka Pirhonen, Timo Halko, Eero Miettinen, Atte Mäittälä, Juhani Sandström, Jarmo Lehtonen, Olli Markkanen, Juuso Kummala, Petter Haugne-land, Marianne Mølmen, Jan Haugen, Snorre Slet-vold, Bernt G Jessen, Angus Shamal, Hans Håvard Kvisle, Ville Olaskari, Matti Kauppinen, Manne Kuva, Teemu Mäntylä, Pekka Malinen, Jari-Pekka Kola, Aila Laakso, Simo Puintila, Leena Kisonen, Vesa Savikko ja Ari Listeranta.

SANASTO

CENELEC	Eurooppalainen sähköalan standardisoimisjärjestö
IEC	Kansainvälinen sähköalan standardointiorganisaatio
IP	Luokitusjärjestelmä sähkölaitteiden tiiviyden määrittämiseksi
Hybridi	Ajoneuvo usealla voimanlähteellä, esimerkiksi auto poltto- ja sähkömoottorilla
Latauspiste	Sähköajoneuvon lataukselle tarkoitettu laite
Latausasema	Useampi latauspiste yhdessä
Mennekes	Sähkölaitevalmistaja
Piktogrammi	Graafinen, abstrakti symboli
RFID	Radio frequency identification, etätunnistusmenetelmä
Schuko	Nimitys suojamaadoitetulle pistotulpalle tai pistorasialle, myös termi Type-F käytössä
SESKO	Suomen sähkö- ja elektroniikka-alan kansallinen standardisoimisjärjestö
SuRaKu	Suunnittelu, Rakentaminen ja Kunnossapito -ohjeisto
Tekes	Suomen valtion teknologian ja innovaatioiden kehittämiskeskus
Type-2	Mennekes pistorasia/pistokytkin
Type-F	Nimitys suojamaadoitetulle pistotulpalle tai pistorasialle. Myös termi schuko käytössä

1. JOHDANTO

1.1 OPINNÄYTTEEN LÄHTÖKOHDAT

Suomessa panostus sähköisen liikenteen kehitykseen on merkittävä. Tekes on perustanut EVE -nimisen työohjelman, joka jakaa 80 miljoonaa euroa tutkimusrahoitusta viiden eri testiympäristön kesken vuosille 2011-2015 (Lukin 2010). Nämä viisi konsortia jakautuvat seuraavien nimikkeiden alle:

- WintEVE – Arktinen testaus
- Eco Urban Living – Kestävää kaupunkielämää
- PSL – Pääkaupunkiseudun sähköinen liikenne
- EVELINA – Sähköajoneuvojen valtakunnallinen testiympäristö
- ECV – Sähköiset hyötyajoneuvot

Lähes puolet rahoituksesta tulee suoraan Tekesiltä, ja loput summasta saadaan hankkeeseen osallistuvilta organisaatioilta. EVE:n päätavoite on kasvattaa sähköisen liikenteeseen liittyvää liiketoimintaa Suomessa nykyisestä 200 miljoonasta eurosta 2 miljardiin euroon vuoteen 2020 mennessä (Tekes 2012). Osallistujalista on hyvin kattava. Mukana on merkittäviä yrityksiä, kuten esimerkiksi Helsingin Energia, Nokia Siemens Networks, Fortum ja Ensio.

Aalto-korkeakoulusäätiö on mukana kolmessa EVE:n testiympäristössä: PSL:ssä, Eco Urban Livingissä ja ECV:ssä. Aalto-yliopiston muotoilu-

laitoksen kannalta mielenkiintoisin projekteista lienee PSL, koska sen yhteydessä toimii rinnakkais-tutkimushanke nimeltä eSINi. eSINi:n projektiryhmä koostuu pääosin Aalto-yliopiston teknillisessä korkeakoulussa työskentelevistä tutkijoista. Yksi eSINi:n yhdeksästä tutkimusteemasta on kuitenkin suunnattu muotoilupainotteiselle tutkimus- ja konseptointityölle.

eSINi-projektin tavoitteena on mahdollistaa laajamittainen sähköajoneuvojen käyttöönotto suomalaisissa kaupunkiympäristöissä kehittämällä latausjärjestelmien perusratkaisut mukaan lukien sähköautoilua tukevat palvelut ja liiketoimintamallit. Keskeisenä tavoitteena on rakentaa pääkaupunkiseudulle ensimmäisen sukupolven latausinfrastruktuuri, joka tukee ensimmäisiä sähköajoneuvoja, mukaan lukien henkilöautot (alkuvaiheessa leasing) ja tavaraliikenne. Latausjärjestelmä toimii testiympäristönä sähköajoneuvojen laajamittaiselle käytölle. (Tekes 2011)

eSINi ei ole ensimmäinen sähköautoiluun liittyvä projekti Aalto-yliopistossa. Sitä edelsi vuosina 2010-2012 toteutettu SIMBe -tutkimushanke. Hankkeessa etsittiin Suomesta tahoja, jotka ovat kiinnostuneita sähköautoilun kehittämisestä ja esiin tuomisesta. Lisäksi hankkeessa tutkittiin mitä sähköautojen tuonti Suomeen tarkoittaa valtakunnallisella tasolla, ja mitä muutoksia sähköajoneuvojen lisääntyminen tuo tullessaan. Hankkeessa oli mukana samoja yrityksiä ja organisaatioita kuin eSINi:ssä. (Aalto-yliopisto 2010)

SIMBe päättyi huhtikuussa 2012 ja eSINi on sille suoraa jatkumoa. Voidaan todeta, että eSINi:n tavoitteet ovat konkreettisemmat kuin SIMBe:ssä. Esimerkiksi yksi eSINi:n tavoitteista on teettää

käyttäjätutkimus EVE -kattohankkeen 400:n sähköauton koeläivueen käyttäjille. Tutkimuksen avulla pyritään hahmottamaan sähköautoilijoiden tottumuksia ja toimintatapoja Suomessa. (Tekes 2013; Aalto-yliopisto 2012)

eSINi:n päätavoite on olla mukana suunnittelemassa pääkaupunkiseudun sähköajoneuvojen latausinfrastruktuuria. SIMBe:ssä tahot tuotiin yhteen, ja nyt niiden on vuorostaan pystyttävä yhdessä tuottamaan ratkaisuja sähköisen liikenteen ongelmiin. eSINi:n projektipäällikkö Veikka Pirhosen mukaan eri tahojen tietomäärät alkavat olla samalla tasolla ja vihdoin voidaan paneutua syvemmälle sähköiseen liikenteeseen haasteisiin. eSINi tutkimushankkeessa pyritään antamaan mahdollisimman realistista ja neutraalia tutkimusdataa yritysten ja toimijoiden käyttöön.

1.2 ESINI JA MUOTOILU

Koska eSINi:n tutkimustyö ottaa kantaa sähköisen liikenteen latausinfrastruktuurin suunnitteluun kaupunkiympäristöissä, tulee siinä luonnollisesti tutkia myös käyttäjä- ja kulttuurivaikutteiset näkökulmat. Muotoilun laitosta kiinnostava tutkimusteema kirjattiin eSINi:n aihakemukseen otsikolla ”Latauspisteiden estetiikka ja vaikutus kaupunkikuvaan”. Otsikkoa tarkennettiin hankkeen alkaessa, ja se jaettiin kahteen osioon:

1. Sähköajoneuvon latauspisteiden muotoilu suomalaisen kaupunkiympäristöön

2. Sähköisen liikenteen tulevaisuus Suomessa – käyttäjän näkökulma

Kummatkin edellä mainitut tutkimusteemat päätettiin toteuttaa Aalto-yliopiston teollisen muotoilun maisteriohjelman opinnäytteinä.

Päätin hakea paikkaa eSINi tutkimusryhmästä, ja minut valittiin muotoilijaksi tutkimusteeman ensimmäiseen osioon. Teollisen muotoilun maisteriopiskelija Saana Tikkanen valittiin jälkimmäiseen. Molemmat työtehtävämme ovat teemoiltaan samanhenkiset, mutta minun työni on selkeästi käytännönläheisempi verrattuna Saanan tutkimuspainotteiseen työhön. Minun työni ajoittui ajanjaksolle 1.8.2012 - 31.1.2013 ja Saanan työ 1.9.2012 - 30.4.2013 väliselle ajalle. eSINi muotoilun osion vetäjänä toimii professori Eero Miettinen ja opin-
näytteeni ohjaajana Taiteiden ja suunnittelun korkeakoulun elektroniikkastudion laboratorioinsinööri Jussi Mikkonen.



◀ Kuva 1 - eSINi-projektin logo

1.3 TYÖN ALOITUS

► Tässä luvussa kuvaan työn rajaukseen, aikataulutukseen, tutkimus- ja muotoilutyön suunnitteluun, resurssisiin ja budjetointiin sekä yhteistyökumppaneihin liittyviä seikkoja.

1.3.1 TYÖN RAJAUS JA AIKATAULUTUS

Työn alussa kävin keskustelua niin esimieheni professori Eero Miettisen, kuin eSINi:n projektipäällikkö Veikka Pirhosen kanssa työni rajauksesta. Oli ehdottoman tärkeää ymmärtää, mikä on realistinen työmäärä, jonka voi toteuttaa kuuden kuukauden aikana. Oman kokemuksen ja kommenttien kautta laskin, että latauspisteiden tuotemuotoiluprosessin läpiviemiseen menee minimissään karkeasti noin vuoden päivät. Tähän vuoteen laskin kuitenkin usean suunnittelijan työpanoksen, sisältäen niin sanotun perinteisen tuotemuotoiluprosessin kaikki työvaiheet, tehtävänannosta tuotteen pilotointiin.

Kysymys kuuluikin: Mihin kykenisin kuudessa kuukaudessa, mikä olisi opinnäytteeni lopputulos?

eSINi:n projektisuunnitelmassa työni, ”Sähköajoneuvon latauspisteiden muotoilu Suomalaiseen kaupunkiympäristöön”, tutkimuskysymykset oli kirjattu seuraavanlaisesti:

1. Selvittää ja määritellä ketkä ovat ensimmäisen sukupolven latauspisteiden ja latausasemien käyttäjät.

2. Selvittää mitkä ovat käyttäjien mieltymykset, tarpeet ja toiveet liittyen sähköautojen lataukseen.

3. Määritellä mitä suunnitteluvaatimuksia käyttäjät asettavat ensimmäisen sukupolven latauspisteiden muotoilulle.

4. Esittää konseptuja latauspisteistä, jotka pohjautuvat edellä mainittuihin tutkimuskysymyksiin.

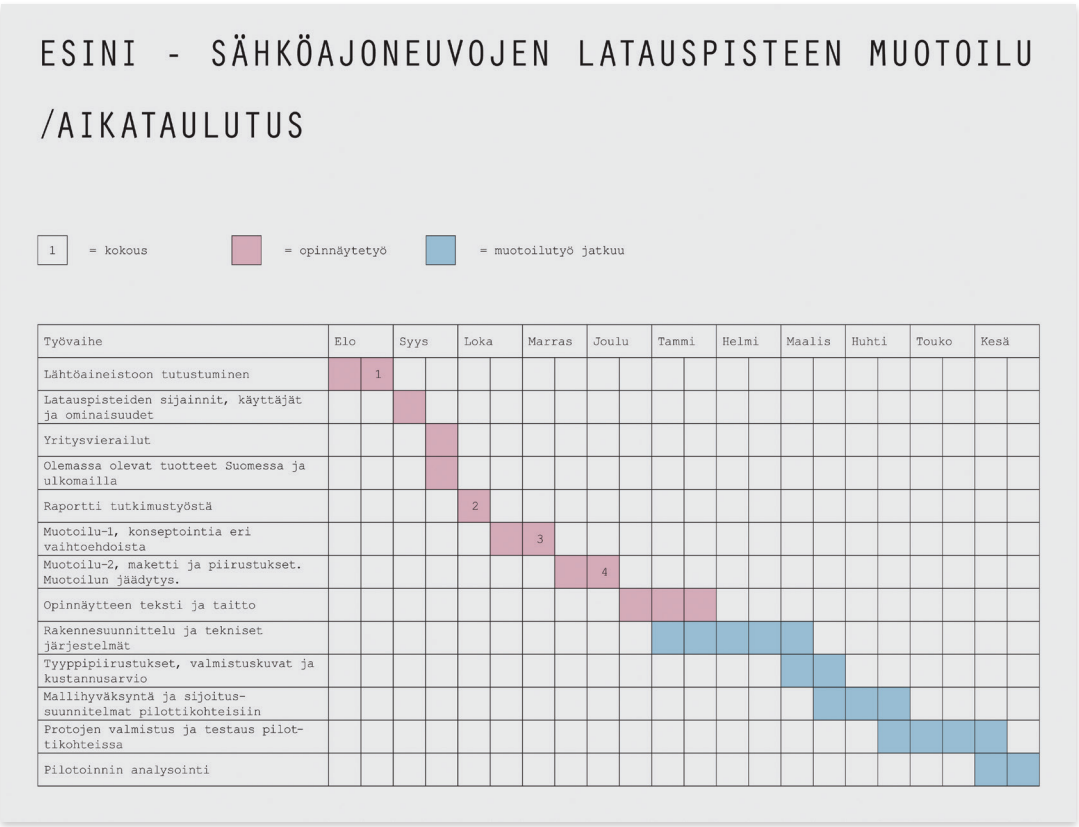
eSINi:n asettamat tutkimuskysymykset voi jakaa kahteen osaan: tutkivaan ja toteuttavaan. Tutkivassa osuudessa käsitelisin latauspisteiden muotoilua käyttäjälähtöisesti, ja toteuttavassa osiossa laatin tutkimuksen pohjalta latauspistekonsepteja. Äkiseltään tehtävänanto tuntui varsin realistiselta ja johdonmukaiselta.

Seuraavaksi päätin laatia itselleni projektiaikataulun. Olin jo työn alkumetreillä päättänyt, että tekisin opinnäytettäni vain arkipäivisin kahdeksasta neljään, joten pystyin helposti hahmottamaan työpanokseni laajuuden (1080 työtuntia).

Aikataulutuksellani oli kaksi funktiota; rajata oma työmääräni ja visualisoida se projektiryhmälle. Tein aikataulutukseni muotoiluprosessin näkökulmasta, eli jaoin sen eri työvaiheiden mukaan – lähtöaineistoon tutustumisesta kenttätutkimukseen, luonnos-
telusta konseptointiin ja niin edelleen. Muotoiluprosessin osiin jakamisen jälkeen päättelin, mihin asti pääsisin minulle varatun kuuden kuukauden aikana. Huomasin, että projektiryhmän asettama nelostavoite olisi kaikkein haastavin toteuttaa. En osannut sanoa ehtisinkö suunnittelemaan latauspisteistä yhden vai useamman vaihtoehdon.

Esitin ajatukseni aikataulutuksesta ja tavoitteista projektiryhmälle projektin aloituskokouksessa (kuva 2). Lisäksi kerroin projektiryhmälle tavoitteistani tehdä latauspisteestä 1:1 protomallin. Sen avulla voisin tarkastella muotoilun onnistumista konkreettisemmin kuin paperilta. Työni rajausta, aikataulutusta ja tavoitteita pidettiin realistisina ja hyväksyttävinä.

▼ Kuva 2 - Aikataululuonnos



1.3.2 TUTKIMUSTYÖN SUUNNITTELU

Tutkimustyöni perustuu kirjoitettuun aineistoon, omakohtaisiin havaintoihin ja haastatteluihin. Tein tutkimustyötä yhteistyössä kollegani Saana Tikkasen kanssa syyskuun alusta marraskuun loppuun.

Teimme yhteisen tutkimussuunnitelman, johon valitsimme haastateltavat henkilöt ja tutkimuskohteet. Aikataulutus ja työjärjestys laadittiin molempien tarpeita tyydyttäväksi. Käytimme koko projektin ajan yhteistä verkkokalenteria ja jaettua pilvipalvelua aineiston kokoamiseen. Näin pysyimme koko projektin läpi tiiviissä yhteistyössä, joka oli molemmille eduksi.

Aloitimme tutkimustyön tutustumalla sähköisen liikenteen perusasioihin: sähköautolla ajamiseen, latauspisteiden löytämiseen ja sähköauton lataamiseen. Saimme Helsingin Energialta Opel Ampera hybridauton päiväksi käyttööme (kuva 3-4). Helsingissä oli projektin alussa 6 julkista latauspistettä, jotka kaikki sijaitsivat keskustan tuntumassa (kuva 5). Kävin valokuvaamassa latauskohteet myöhempää tarkastelua varten. Kaikki latauspisteet olivat Enston valmistamia.

Sähköautoilun ja valokuvauksen jälkeen oli vuoro tutustua sähköisen liikenteeseen ihmisten kautta. Kävimme haastattelemassa projektipäällikköämme Veikka Pirhosta, jolla oli jo monen vuoden kokemusta alalta. Hän toi meidät nopeasti ajan tasalle ja antoi ohjeistusta siitä, keitä asiantuntijoita voimme tavata seuraavaksi. Lisäksi keskustelimme tutkimusmatkasta ”Euroopan sähköisen liikenteen pääkaupunkiin”, Osloon. Päätimme yhdessä, että parin päivän matka Osloon antaisi projektille tar-

vittavan määrän kokemuspohjaista tietoa sähköautoilusta.

Seuraavat haastateltavat henkilöt Suomesta ja Norjasta valikoituivat heidän asiantuntemusalaansa kautta, sillä halusimme saada mahdollisimman kokonaisvaltaisen näkemyksen Suomen sähköisen liikenteen tilanteesta ja tulevaisuudesta.

- **Jubani Sandström**, Helsingin kaupungin rakennusvirasto – valaistuspäällikkö
- **Jarmo Lehtonen**, Scope – teollinen muotoilija
- **Olli Markkanen**, Helsingin Energia – valaistuspäällikkö
- **Juuso Kummala**, Liikennevirasto – kehittämisspällikkö
- **Petter Haugneland**, Norjan Sähköautoyhdistys – viestintäpäällikkö
- **Marianne Molmen**, Oslon liikennevirasto – suunnitteluosaston johtaja
- **Jan Haugen**, Fortum, Norja – Charge & Drive:n johtaja
- **Snorre Sletvold**, Norjan Sähköautoyhdistys – johtaja
- **Bernt G Jessen**, Opel Norway As – toimitusjohtaja (haastateltaessa Motor Gruppen:in johtaja)
- **Atte Mäittälä**, Ensto Building Technology – projektipäällikkö



◀ Kuva 3 - Saana Enston latauspisteellä
▼ Kuva 4 - Helsingin Energian Opel Ampera



Osion matkan lisäksi projektin alle ajoittu toinenkin ulkomaanmatka. Tutkimustyön aikana tulisin matkustaneeksi Amsterdamiin, joka on sähköisen liikenteen kannalta varsin mielenkiintoinen kohde. Siellä latausinfrastruktuuria on rakennettu paljon pidemmälle kuin Suomessa, joten opittavaa ja tutkittavaa löytyisi myös sieltä.

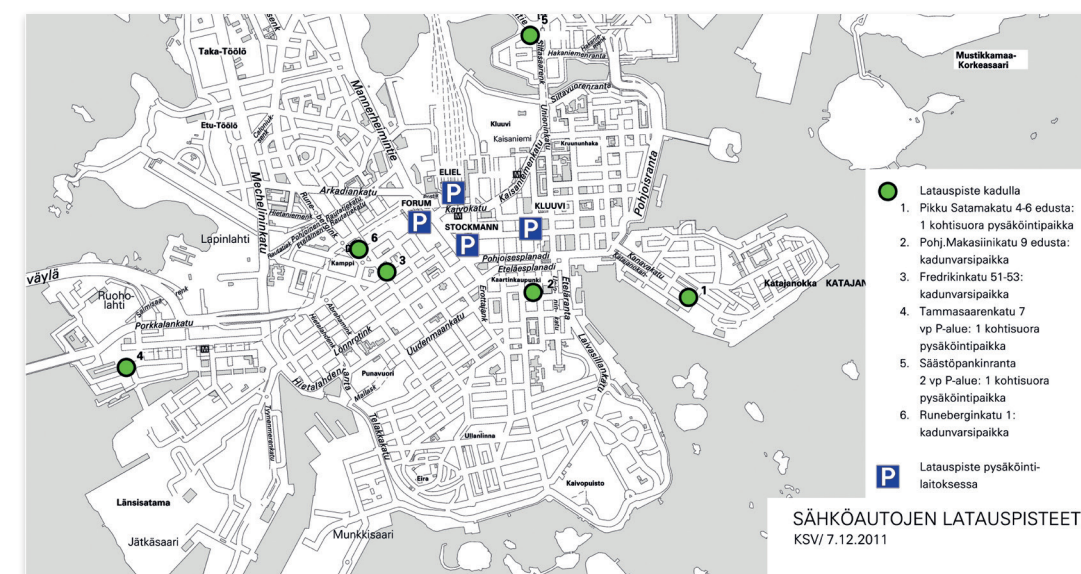
Havainnointien ja haastattelujen lisäksi kirjoitettua materiaali sähköisestä liikenteestä löytyy varsin hyvin – jopa suomenkielellä. Esimerkiksi Aalto-yliopiston teknillisen korkeakoulun Jani Lehtisen diplomityö ”Sähköautojen latausjärjestelmät pääkaupunkiseudulla” osoittautui varsin hyödylliseksi. Vastaavasti tieteelliset artikkelit, kuten ”Charging Stations for Urban Settings – the design of a product platform for electric vehicle infrastructure in Dutch cities” tai ”Electric cars: technical characteristics and environmental impacts” olivat lähes korvaamattomia

tutkimuksen kannalta. Lisäksi organisaatioiden, yritysten ja tutkijoiden tutkimustöiden raporteista löytyi luotettavaa tietoa työleni.

Tein koko tutkimustyön ja sen raportoinnin yhdessä kollegani Saana Tikkasen kanssa. Raportti, eli *The Development of Finnish Electric Mobility - A Review of Design Principles* on ladattavissa osoitteesta: <http://sahkoinenliikenne.fi/esini-project/a-school-of-art-and-design-department-of-design/>.

Esitimme yhteisen tutkimusraportin tuloksia useaan otteeseen projektin aikana. Suurimmat yleisöt saimme Sähköisen Liikenteen Kaupunkipäivässä ja eSINI:n johtoryhmän kokouksessa. Työmme sai erittäin positiivista palautetta, varsinkin tutkimustyössä käytetyn käyttäjälähtöisen ajattelutavan ansiosta.

▼ Kuva 5 - Julkiset latauspisteet Helsingissä 2011



2. TUTKIMUS

2.1 SÄHKÖINEN LIIKENNE

Öljyyn perustuvassa yhteiskunnassa piilee vaara. Tällä hetkellä on kaksi isoa kysymystä johon tarvitsemme kiperästi vastauksia:

- 1. Mitä tapahtuu kun liikenteeseen tarvittava fossiilinen polttoaine loppuu?*
- 2. Miten voimme taata maapallomme ekologisen hyvinvoinnin, kun saastutamme sitä jatkuvasti liikenteestä tulevilla päästöillä?*

Ensimmäiseen ongelmaan tarttui M. King Hubbert jo 1950-luvun puolessavälissä kehittäessään niin kutsutun Hubbertin teorian, jonka avulla voidaan ennustaa öljyntuotannon kehitystä. Teorian mukaan öljyhuippua eletään paraikaa tai se on juuri tulolla, toisin sanoen öljyntuotanto on saavuttanut tai saavuttaa lähivuosina lakipisteensä, ja lähtee peruuttamattomasti laskuun (Wikipedia 2012B). Yleisellä tasolla voidaan lukea öljyteollisuuden kirjoituksia turhista varoitteista ja vastaavasti ulkopuolisten kirjoituksia sen uhkista ja seurauksista. Tosiasia kuitenkin on, että öljy tulee loppumaan.

Jälkimmäisestä ongelmasta – fossiilisten polttoaineiden saasteista on käyty keskustelua jo pitkään. Aihe tuli useaan otteeseen puheenaiheeksi opinnäytettäni tehdessäni. Esimerkiksi Oslon vierailun aikana keskustelimme aiheesta yhdessä Motor Gruppenin silloisen toimitusjohtajan Bernt G. Jessenin kanssa. Hän oli hyvin huolissaan väkirikkaiden maiden, kuten Kiinan, Intian ja Brasilian kasvavi-

en keskiluokkien kulutustottumuksista, tai lähinnä siitä miten näiden miljoonien ”uusien keskiluokkaisten” ajoneuvohankinnat tulevat vaikuttamaan heidän elinympäristöihinsä.

Bernt G. Jessenin toivoi, että tarjolla olisi nykyistä enemmän ekologisia vaihtoehtoja polttomoottoriautoille – kuten esimerkiksi hybridi- tai täyssähköautoja. Mainittakoon, että Bernt G. Jessen vastasi Norjassa Mitsubishin ja Renaultin jälleenmyynnistä, ja vuonna 2011 Mitsubishi iMiev sähköauto oli Norjan myydyin auto omassa ryhmässään (Mitsubishi 2011). Bernt G. Jessenin mukaan sähköautojen myynti onnistuu, jos markkinoille saadaan kuluttajatarpeet täyttävä sähköinen ajoneuvo, joka on huomiota herättävä, oikean hintainen, ja jonka myynti onnistuu suurissa volyymeissä. Lisäksi Bernt G. Jessen painotti valtion ja lainsäädännön antamisen lisätujen tärkeyttä, kuten esimerkiksi julkisen latausverkoston tärkeyttä, bussikaistojen avaamista sähköajoneuvoille ja esimerkiksi verohelpotuksien takaamista sähköajoneuvon ostajalle.

Saasteongelmat eivät tietenkään koske pelkästään nopeasti kehittyviä talousmaita kuten Kiinaa ja Indiaa. EU-maiden yhteenlaskettu ajoneuvokanta on jo ylittänyt neljännesmiljardin rajan (Acea 2013), eli huolenaihetta on meilläkin. Euroopan komission Internet-sivuilla kirjoitetaan seuraavaa:

”EU-maiden tieliikenteestä tulee noin viidennes koko EU:n hiilidioksidipäästöistä – joka on yksi pahimmista kasvihuonekaasuista. Sen osuus tieliikenteessä kasvoi lähes 23% vuosien 1990 ja 2010 välillä. Luku olisi saattanut olla paljonkin suurempi ilman taloudessa koettuja taantumia. Huomioitavaa on myös, että tieliikenne on ainoa merkittävä sektori EU:ssa, jossa kasvihuonepääs-

töt ovat edelleen nousussa.” (Euroopan Komissio 2012)

Euroopan komission lähdetä seuraamalla löytyy helposti yhtä huolestuttavia lukemia ilmailusta ja laivaliikenteestä. Mutta opinnäytteen aiheen ollessa sähköajoneuvojen latauslaitteissa, keskityn maantie-liikenteeseen.

Edellä mainitut kaksi suurta ongelmaa kaipaavat kiperästi vastauksia ja muutosta. Tällä hetkellä paras teknologinen vaihtoehtomme polttomoottorien korvaajiksi löytyy sähkömoottoreista. Muutos on kuitenkin niin suuri, että se vaati paljon tukea taakseen, sillä öljyteollisuutta suurempaa vastusta on lähes mahdotonta löytää (maailman kymmenen suurimman yrityksen joukossa on seitsemän öljy- ja kaasualan yritystä [Wikipedia 2013B]).

Ne, jotka kuitenkin ovat toiveikkaita ja odottavat muutosta sähköajoneuvokauppaan, tähyilevät tällä hetkellä kolmeen suuntaan: kuluttajiin, autoteollisuuteen ja lainsäätäjiin. Aihe on erittäin mielenkiintoinen, koska olemme olleet vastaavassa tilanteessa aikaisemminkin. Esimerkiksi vuonna 1990 CARB:n (California Air Resource Board) laatiman lainsäädännön piti edesauttaa sähköisten ajoneuvojen myyntiä ja tuontia Kaliforniassa (Bedsworth & Taylor 2007, 1-2). Silloin ongelmana ei nähty niinkään öljyn loppumista, vaan paikallisia ilmansaasteita. Kaikki ei kuitenkaan mennyt kuluttajien toiveiden mukaisesti ja sähköautojen myynti Kaliforniassa tyrehtyi olemattomiin. Aiheesta tehtiin populistinen, mutta totuudenmukainen dokumentti ”Who Killed the Electric Car” (2006).

Sähköajoneuvojen myynti on useiden mielestä juuri se oikea suuntaus, johon meidän tulisi kulkea vasta-

taksemme tulevaisuuden sosiaalisiin ja teknologisiin sekä ympäristöä koskeviin haasteisiin. On tietenkin ymmärrettävää, että muutos polttomoottoreista sähkömoottoreihin on valtava - ehkä teollisen aikakautemme suurimpia. Artikkelissa ”Marketing of Electric Vehicles” (suom. Sähköajoneuvojen markkinointi) vuodelta 1999 kirjoittajat Anita Gärling ja John Thøgersen kertovat kyseisen muutoksen ongelmista:

”Korvaamalla perinteiset polttomoottoriautot sähköautoilla voisi paikallisia liikenteen aiheuttamia saaste- ja kasvihuonepäästöjä saada vähennettyä. Nämä yhteiskunnalliset hyödyt jäävät kuitenkin sähköajoneuvon omistajan maksettavaksi ajoneuvon hinnan, toimintasäteen, saatavuuden, lastauskapasiteetin, ajonopeuden ja kiihtyvyyden muodossa. Lisäksi sähköajoneuvojen käytettävyyttä huonontaa latausinfrastruktuurin puutteellisuus. Tällainen tuote tuskin myy itseään potentiaalisille asiakkaille.” (Gärling & Thøgersen 2001, 60–63)

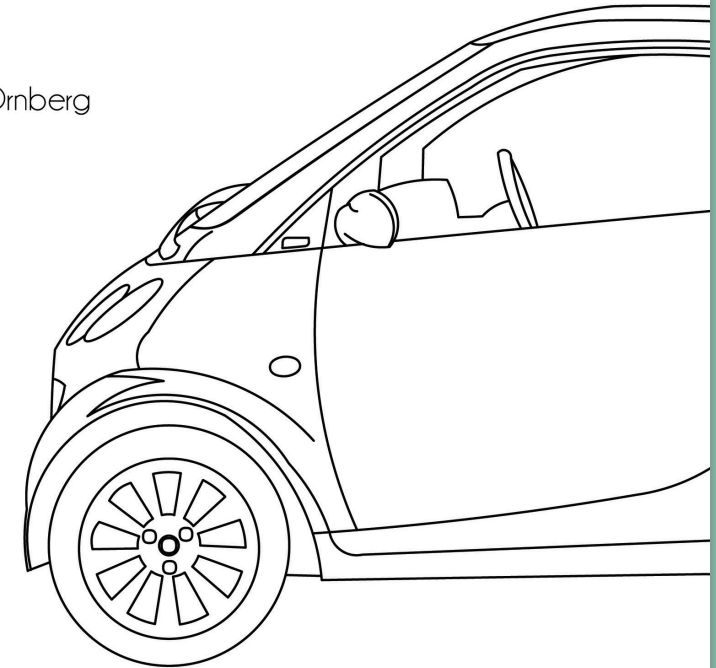
Artikkeli on kuitenkin yli kymmenen vuotta vanha, ja joitain sen mainitsemista ongelmista on jo saatu korjattua, mutta tottahan se on; sähköautot eivät koskaan ole päässeet samanlaiseen maineeseen kuin polttomoottoriautot. Kirjoittajat antavat kuitenkin ohjenuoria siitä, kuinka sähköautojen myyntiä tulisi markkinoida. Heidän mukaansa markkinointi tulee aloittaa kohdentamalla myynti julkiseen sektoriin, ”vihreisiin” yrityksiin ja kahden auton kotitalouksiin. Kun edellä mainitut ryhmät ovat omaksuneet sähköautot ja viestittäneet sitä ympärilleen, voidaan markkinointia siirtää suurempaan kohderyhmään; yhden auton kotitalouksiin.

Tuoreempi artikkeli ”Electric Vehicles Charge For-

THE DEVELOPMENT OF FINNISH ELECTRIC MOBILITY

A REVIEW OF DESIGN PRINCIPLES 2012

Saana Tikkanen & Simon Örnberg



▲ Kuva 7 - The Development of Finnish Electric Mobility - A Review of Design Principles

ward” jatkaa samaisesta aiheesta:

”(sähköautojen kaupallistamisen) Menestys piilee kahden voiman integroimisessa. Ensimmäinen integrointi on ’yhteiskunnallinen vahvuus’, jossa yhdistyy valtion tuki, rahoitus ja riskipääoma, kannustimet teollisuudelle ja korkeakoulujen tekninen osaaminen. Toinen integrointi on ’tekninen vahvuus’, joka taas yhdistää viimeisintä tekniikkaa edustavan autoteollisuuden sähkö-, elektroniikka - ja materiaalitekniikan kanssa.” (Chan & Wong 2004, 32–33)

Kiteyttääkseni Jessenin myyntiopit siteeraamieni artikkeleiden kanssa pääsen seuraavanlaiseen lopputulokseen sähköautokaupan käynnistämisestä:

1. Tarvitaan sähköajoneuvoja myyviä autoliikkeitä. Autovalmistajien tulee taata volyyymi.
2. Autokauppiaiden myymien sähköajoneuvojen tulee olla aikaisien omaksujien tarpeet täyttäviä ja mielenkiintoa herättäviä.
3. Valtion tulee tukea tätä kaupankäyntiä erilaisilla helpotuksilla ja/tai houkuttimilla.
4. Latausinfrastruktuuri pitää olla valmiina tai ainakin rakenteilla.
5. Sähköautoteknologian tulee kehittyä, jotta ostajiksi saadaan muitakin kuin ympäristöasioista tai teknologiasta kiinnostuneita ostajia.

Toivotaan, että sähköinen liikenne on se ”oikea” teknologia korvaamaan polttomoottoriajoneuvot, koska panostus siihen on niin mittavaa.

2.2 SUOMEN TILANNE

”Sähköautot tulevat Suomeen” antoi helmikuussa 2013 263 000 hakuosumaa Googlella, eli aiheesta käydään keskustelua. Mutta onko tosiaan niin, että suomalaiset lähtevät mukaan sähköautoiluun?

Viimeksi sähköajoneuvoja yritettiin yleistää maailmalla 1990-luvulla, jopa Suomen Postilla oli käytössä 61 Elcat -merkkistä sähköpostiautoa. 90-luvun buumi ei kuitenkaan ottanut nostetta ja Suomen sähköautokanta on pysynyt jo kaksi vuosikymmentä samalla tasolla, reilussa sadassa kappaleessa. (Wikipedia 2013C) Mutta yhdeksänkymmentäluku on jo kauas takana: nyt on uusien massatuotettujen täys-sähköautojen, ladattavien hybridien ja älykkään sähköverkon vuoro yrittää maailmanvalloitusta.

Sähköiseen liikenteeseen panostetaan Suomessa EU:n päästövähennystavoitteiden saavuttamisen takia ja uusien kannattavien liiketoimintamahdollisuuksien toivossa. Asetelmassa ei ole sinänsä mitään ihmeellistä - vanha teknologia on väistymässä uuden tieltä.

Luin aiheesta useita kirjoituksia, kuten esimerkiksi Biomeri Oy:n Sähköajoneuvot Suomessa vuodelta 2009 ja VTT:n Sähköautojen laajan käyttöönoton skenaarioita ja vaikutuksia sähköjärjestelmään vuodelta 2010. Kummassakin julkaisussa kerrotaan siitä, kuinka sähköajoneuvot tulevat yleistymään Suomessa. Myös Liikenne- ja viestintäministeriön on antanut ennusteita Suomen sähköautokannan kehitykselle. Sen mukaan Suomessa on vuonna

2020 alimmillaan noin 11 000 ja ylimmillään noin 140 000 sähköautoa, koko autokannan ollessa 2,5 miljoonan tuntumassa (Nylund 2011, 213).

Näiden lukujen saavuttamiseksi Liikenne- ja viestintäministeriö antaa seuraavat toimenpidesuositukset:

1-luokka (kiireellisin):

- osaamisen kehittäminen
- sähköautojen lataukseen valmistautumisen sisällyttäminen erilaisiin viranomaisohjeisiin, mm. rakentamismääräyksiin
- julkisia latauspisteitä koskevan informaatiojärjestelmän luominen
- laajojen demohankkeiden käynnistäminen
- sähköautojen turvallisuuden varmistaminen

2-luokka:

- älykkään latauksen demonstrointi kiinteistötason verkon yläpuolisilla tasoilla
- pikalataukseen varautumisen ohjeistus

3-luokka (vähiten kiireellinen):

- pikalatausverkoston rakentaminen
- mahdolliset kannustimet sähköautojen laajamittaiseen käyttöönottoon

(Nylund 2011, 13)

Tässä kohtaa mainittakoon, että Viroon on jo asennettu yli 120 sähköauton pikalatausasemaa, eli elektriautode kiirilaadimispointia (E24 Majandus 2012). Suomi on selvästi ottanut sivustakatsojan roolin naapurimaihin verrattuna.



- ▲ Kuva 8 - Etelä-Suomen julkiset latauspisteet
- ▲ Kuva 9 - Viron pikalatausverkosto

2.2.1 LATAUSINFRASTRUKTUURI

Mitä Suomessa on tekeillä latausinfrastruktuurin parantamiseksi? Tällä hetkellä olemme ihan alku-metreillä; meillä on joitain kymmeniä julkisia latauspisteitä, muutama pikalatauspiste ja sähköautoja parisen sataa. Tarvitsemme muutosta kehitykseen, samanlaista vauhdikkuutta kuin mitä Norjassa on nähtävillä. Siellä saadaan muutosta aikaiseksi nopeilla päätöksillä, valtion tuella, innokkailla autokauppiaila ja toimivalla sähköautoyhdistyksellä.

Tarvitsemme omat esimerkinäyttäjät. Kuntien pitää ottaa aktiivisempi rooli ja aloittaa latauspisteiden asentaminen kaupunkeihin. Latauspisteet tuovat latausmahdollisuuden lisäksi julkisuutta koko alalle. Tämä tulos vahvistui Juhani Hutrin maisterin tutkielmassa, Sähköauto tulee! – Kuluttajien odotuksia sähköautoista (Hutri 2011, 61).

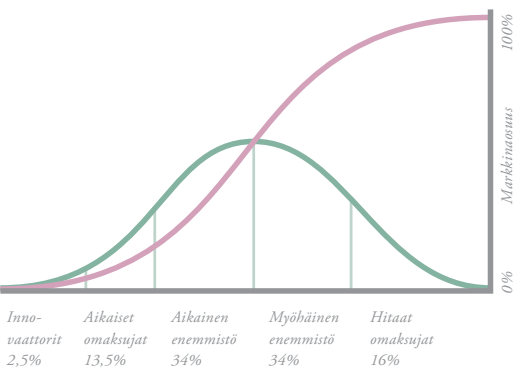
Mutta pelkästään julkisilla latauspisteillä ei voi rakentaa toimivaa latausinfrastruktuuria. Kun kunnat ovat näyttäneet mallia, on aika parantaa latausmahdollisuutta työpaikoilla ja kotitalouksissa. Suomessa meillä on siihen hyvät edellytykset, kuten selviää Fortumin tekemästä selvityksestä ”Ladattavat autot kiinteistöjen sisäisissä sähköverkoissa” (Fortum 2010, 4-7).

Kun nämä kolme osa-aluetta, julkinen lataus, työpaikkalataus ja kotilataus saadaan vauhtiin, voimme nähdä suuria läpimurtoja sähköisessä liikenteessä: palveluiden lisääntymistä, kasvavaa sähköautokauppaa, keskustelua, asenteiden muuttumista sekä uusia tapoja liikkua.

2.2.2 KÄYTTÄJÄT

Sähköajoneuvojen määrä kasvaa rinnakkain latausinfrastruktuurin rakentamisen kanssa. Jos haluamme sähköisten ajoneuvojen myynnin nopeaan kasvuun, on meidän saatava sen markkinaosuus yli kymmeneen prosenttiin (Hutri 2011, 29). Siihen päättäksemme on kuitenkin vielä matkaa, tällä hetkellä olemme sähköisen liikenteen omaksumisen alku-metreillä.

Tulevat käyttäjät voidaan jakaa viiteen pääryhmään: innovaattoreihin, aikaisiin omaksujiin, aikaiseen enemmistöön, myöhäiseen enemmistöön ja hitaisiin omaksujiin (Hutri 2011, 28-29; kuva 10).



▲ Kuva 10 - Innovaatioiden diffuusio Everett Rogersin teorian mukaan

Minun työssäni on tärkeää ymmärtää kahden ensimmäisen ryhmän omaksujia, sillä he muodostavat latauspisteeni käyttäjäryhmän. Hutrin kyselytulokset kertovat näistä kahdesta ryhmästä seuraavaa:

- *Koulutustaso ei vaikuta siihen, onko sähköautojen aikainen omaksuja vai ei.*
- *Vibreät kuluttajat ja tekniikasta kiinnostuneet ovat selvimmän sähköautojen aikaisia omaksujia.*
- *Kahden tai useamman auton kotitaloudet eivät ole sähköauton aikaisia omaksujia.*
- *Sähköautojen aikaiset omaksijat ovat valmiit odottamaan julkisilla latauspisteillä muita kauemmin.*
- *Aikaiset omaksijat ovat tulevaisuudessa valmiimpia hankkimaan ja maksamaan enemmän sähköautosta kuin muut kuluttajat.*

(Hutri 2011, 60, 63, 76)

Hutrin tutkielma antaa myös muutaman mielenkiintoisen tuloksen liittyen latauspisteisiin. Esimerkiksi kysymyksen tuleeko käyttäjällä olla mahdollisuus valita sähköyhtiö latauspisteellä, 51 prosenttia vastaa myöntävästi. Lopuille vastaajille valinnan mahdollisuudella ei ollut merkitystä. Kyselyssä ilmenee myös, että mieluisin maksutapa vastaajille julkisella latauspisteellä on pankki- tai luottokortti. Seuraavaksi mieluisimpana vaihtoehtona pidettiin kuukausimaksua. Kolmanneksi suosituin maksutapa oli matkapuhelin ja viimeiseksi suosituin oli käteinen. (Hutri 2011, 60–61)

Myös Norjan sähköautoyhdistys on tehnyt kuluttajatutkimuksen. Sen teettämässä kyselyssä nousee esille lisää huomionarvoisia kohtia sähköautoilusta. Esimerkiksi kysyttäessä latausmahdollisuuksista, 41 prosentilla yhdistyksen jäsenistä oli mahdollisuus kotilataamiseen, 28 prosentilla oli mahdollisuus la-

taukseen työpaikalla ja 26 prosentilla oli mahdollisuus lataukseen julkisella latauspisteellä. Kysyttäessä kuinka usein käyttäjät lataavat ajoneuvonsa julkisella latauspisteellä, vastaukset olivat seuraavat: kuukausittain 32%, viikoittain 30%, harvoin 26% ja päivittäin 12%. (Nobil 2012)

2.3 SÄHKÖISET AJONEUVOT

► Seuraavat kappaleet kertovat sähköajoneuvojen historiasta, nykypäivästä ja niiden latausvoista.

2.3.1 HISTORIAA

Akku- ja moottoritekniikan kehitystä on seurattu jo puolitoista vuosisataa. Autoilun historian alkuaikoina sähkö-, höyry- ja polttomoottoreita käytettiin moottoroitujen ajoneuvojen voimanlähteenä. Tullessa 1900-luvulle, kilpailu näiden kolmen moottorityypin välillä loppui kun Ford Motor Company lanseerasi Model T -polttomoottoriautomallinsa. Fordin T-Malli oli ensimmäinen massavalmistettu auto, ja se saavutti helposti määräävän markkina-aseman. (Helmers & Marx 2012, 2; Høyer 2007, 63-64; Wikipedia 2012A)

1960- ja 1970-luvulla huolet ilmansaasteista, ydinvoimasta ja öljyn saatavuudesta toivat esille kysynnän kehittää vaihtoehtoisia, uusiutuvia energialähteitä ja teknologioita. Lähes jokaisessa maassa valmisteltiin suunnitelmia, joiden avulla voitaisiin kehittää ja tutkia uusia tapoja vähentää päästöjä energiatehollisuudessa. Samoihin päästövähennystalkoihin osallistui myös johtavat autonvalmistajat, tuoden markkinoille uusia automalleja sähköisillä ajo- ja akkujärjestelmillä. Kehitystyö ei kuitenkaan saavuttanut suosiota ja sähköautojen valmistus ty-rehtyi jälleen. (Høyer 2007, 65-66)

Uusi, vielä suurempi sähköautojen elvytysprojekti

aloitettiin 1990-luvulla. Autoalan uudistamista ajettiin eteenpäin maailmanlaajuisesti erilaisilla säädöksillä ja pakotteilla, varsinkin Yhdysvalloissa. Useita sähköajoneuvomalleja esiteltiin jälleen kuluttajille, kuten esimerkiksi General Motorin EV1, Hondan EV Plus and Fordin Ranger EV. Useat malleista oli kuitenkin tarjolla pelkästään vuokrasopimuksella. (Høyer 2007, 67; Bellis 2013; WKTEC 2006)

Valitettavasti aloitteet sähköajoneuvojen yleistämiseen murskautuivat jälleen. Useat autonvalmistajat päättivät vaatia vuokraamansa sähköautot takaisin ja romuttaa ne. Tämänkaltaista toimintaa harjoitti autonvalmistajista muun muassa Honda, Nissan, General Motors ja Toyota. Elokuvasssa "Who Killed the Electric Car" etsitään tapahtuneelle syyllistä autonvalmistajien, öljyteollisuuden, Yhdysvaltain hallituksen, kuluttajien ja vetyajoneuvovalmistajien joukosta. (WKTEC 2006)

2010-luku tuo jälleen uuden sähköautoiluallan eteemme. Uusi, kehittyneempi akkuteknologia, kuluttajien kasvanut tietoisuus sähköisestä liikenteestä, energian kulutus, öljyriippuvuus ja ilmastonmuutos ovat kaikki merkittäviä muutoksen tekijöitä sähköisen liikenteen esilletuomisessa. Poiketen viime sähköautobuumeista, nyt voi muutosta nähdä Suomessakin; latausinfrastruktuurin rakentaminen on alkanut ja uusia sähköautomalleja tulee myyntiin koko ajan enemmän.

Opinnäytteeni seuraavissa kappaleissa kerron tarkemmin julkisilla latauspisteillä ladattavista sähköajoneuvoista. Lisäksi paneudun tarkemmin kahteen yleisimpään ladattavaan ajoneuvoon: täyssähköautoon ja ladattavaan hybridiin sekä niiden käyttämiin latausratkaisuihin (kuva 11-12).



▲ Kuva 11 - Ladattava hybridi Volvo XC60
► Kuva 12 - Täyssähköauto Mitsubishi iMiEV



2.3.2 SÄHKÖAJONEUVOTYYPIT

Kaikilla viereisen sivun sähköajoneuvoilla voi laillisesti ajaa Suomessa. Sähköpyörä ei vaadi Suomen ajoneuvolain mukaan käyttäjältään lainkaan ajokorttia 15 vuotta täyttäneet, mopokortin suorittaneet, saavat ajaa sähköpyörän lisäksi sähkökäyttöistä mopoautoa ja sähköskootteria. Loput esitetyt kuluvälineet vaativat joko A, B, C tai D -ajokortin. (Ajoneuvolaki 2002) Viereisen sivun kuviin 13-21 on lisätty merkintä, jos ne soveltuvat ladattavaksi julkisella latauspisteellä.

Suomessa yleisimmät sähköajoneuvotyypit ovat:

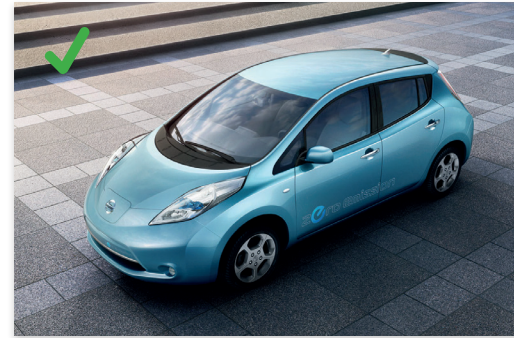
- Täyssähköautot, *Battery Electric Vehicle (BEV)*
- Hybridit, *Hybrid Electric Vehicle (HEV)*
- Ladattavat hybridit, *Plug-in Hybrid Electric Vehicle (PHEV)*

✓ = Soveltuu ladattavaksi julkisilla latauspisteillä

✗ = Ei sovellu ladattavaksi julkisella latauspisteillä



- ▲ Kuva 13 - Sähköpyörä
- ▲ Kuva 14 - Sähköskootteri
- ▲ Kuva 15 - Sähkökäyttöinen mopoauto



- ▲ Kuva 16 - Täyssähköauto, BEV
- ▲ Kuva 17 - Hybridi, HEV
- ▲ Kuva 18 - Ladattava hybridi, PHEV



- ▲ Kuva 19 - Sähkömoottoripyörä
- ▲ Kuva 20 - Hybridi kuorma-auto
- ▲ Kuva 21 - Sähköbussi

2.3.3 SÄHKÖAJONEUVON TUNNISTAMINEN

Sähköajoneuvon tunnistamiseen ei ole olemassa mitään tiettyä tapaa. Nykyisin sähköautot tai ladattavat hybridit eivät poikkea tavallisista polttomoottoriautoista juuri lainkaan. Tätä voi kuitenkin pitää ongelmana kahdesta eri syystä:

1. Liikenneonnettomuuksien sattuessa pelastushenkilökunnan tulee pystyä tunnistamaan sähköiset ajoneuvot muiden joukosta. Sähköisiä ajoneuvoja ei voi tulipalon sattuessa sammuttaa kuten tavallisia polttomoottoriajoneuvoja. (Solar and Wind Living 2013)
2. Pysäköinnintarkastajien ja muiden pysäköintiä valvovien henkilöiden pitää myös pystyä tunnistamaan sähköiset ajoneuvot polttomoottoriajoneuvoista. Tämä johtuu siitä, että sähköisillä ajoneuvoilla ja polttomoottoriajoneuvoilla on eriäviä oikeuksia liittyen latauspisteillä pysäköimiseen.

Sähköajoneuvojen tunnistamiseen on olemassa yksinkertainen ja edullinen ratkaisu: rekisterikilvet. Esimerkiksi Norjassa ja useissa Yhdysvaltojen osavaltioissa on otettu käyttöön tapa erottaa sähköisen ajoneuvot muusta liikenteestä niille räätälöidyillä rekisterikilvillä (EEA 2013; License plates of Norway 2013; kuva 22). Sama käytäntö olisi hyvä tuoda Suomeenkin.

2.3.4 LATAUSERMIT

Sähköisessä liikenteessä on useita eri standardeja ja käytäntöjä käytössä. Suomessa puhutaan hidaslatauksesta, pikalatauksesta, johdottomasta latauksesta, latauspisteistä, latausasemista, lataustavoista,

lataustasoista ja pistoketyypeistä. Ohessa seuraa tiivistelmä sähköautojen lataukseen liittyvien termien merkityksistä.

Sähköajoneuvojen lataamiseen on käytössä kolme erilaista lataustapaa: pistokelataus, johdoton lataus ja akkujen vaihto -menetelmä. Pistokelataus on näistä yleisin, ja siihen perustuu myös opinnäytteeni. Johdoton lataus (induktio) on toistaiseksi lähinnä kokeiluasteella. Sähköautojen akkujen nopeaan vaihtoon perustuva menetelmä on käytössä useissa maissa, kuten esimerkiksi Tanskassa, Israelissa ja Hollannissa (Better Place 2012).

Pistokelataus tapahtuu latauspisteellä. Latauspiste on yhden tai useamman latauspistokkeen omaava



▲ Kuva 22 - Norjassa sähköauton rekisterikilpi alkaa tunnuksella EL

laite. Monta latauspistettä yhdessä muodostavat latausaseman. Käsitteet eivät kuitenkaan ole vielä täysin vakiintuneet.

Pistokelatauksen voi jakaa neljään lataustapaan: Mode-1, -2, -3 ja -4. Lataustavat perustuvat sähkövirran ampeerimäärään sekä siihen käyttääkö lataustapa vaihto- tai tasavirtaa. Lataustapojen lisäksi pistokelataus voidaan jakaa sen käyttämän tehon määrän mukaan lataustasoihin Level-1, -2 ja -3. Level-1:stä käytetään yleensä nimeä: hidaslataus, Level-2:sta normaalilataus ja Level-3:sta pikalataus. (Nylund 2011, 74–80; Markkula 2012, 17–20)

Myös pistokkeita on erilaisia. Yleisimmät Suomessa käytetyt ovat Type-1 (Schuko, J1772), Type-2 (Mennekes) ja Type-3 (CHAdeMO, tulossa Combo 2).

Oheisissa kuvissa 23-26 pistokytkimien eri vaihtoehtot. Seuraavalla aukeamalla esitän lataustapojen ja lataustasojen erot.

▼ Kuva 23 - Type-1 Schuko pistotulppa, myös termi Type-F käytössä



▼ Kuva 24 - Type-1 J1772 pistokytkin
▼ Kuva 25 - Type-2 Mennekes pistokytkin
▼ Kuva 26 - Type-3 CHAdeMO pistokytkin



- Lataustaso, Level-1, 120V AC
- Lataustaso, Level-2, 240V AC
- Lataustaso, Level-3, 480V DC

LATAUSTAPA MODE-1 - AC

Mikä?

Hidaslataus kotitalouksien normaaleista pistorasioista ilman suojalaitteita. Maksimivirta 16A.

Teho ja virta:

1-vaihe AC/3,7 kW
16A:n asti

Liittimet:

● Type - 1 (Type-F)
(J1772 + Mennekes)

3-vaihe AC/11 kW
16A:n asti

● Type - 1
(J1772 + Mennekes)

Liitin sähköpääteessä:



Kuva 27



Liitin autossa:



Kuva 28

LATAUSTAPA MODE-2 - AC

Mikä?

Hidaslataus kotitalouksien normaaleista pistorasioista suojalaitteilla. Maksimivirta 32A.

Teho ja virta:

1-vaihe AC/3,7 kW
32A:n asti

Liittimet:

● Type - 1
(J1772 + Mennekes)

3-vaihe AC/22 kW
32A:n asti

● Type - 1
(J1772 + Mennekes)

Liitin sähköpääteessä:



Liitin autossa:



LATAUSTAPA MODE-3 - AC

Mikä?

Hidas- tai normaalilataus latauspisteestä käyttämällä siihen suunniteltuja latausjohtoja. Maksimivirta 63A.

Teho ja virta:

1-vaihe AC/7,4 kW
32A:n asti

Liittimet:

● Type - 1
(J1772 + Mennekes)

3-vaihe AC/43,5 kW
63A:n asti

● Type - 2
(Mennekes)

Liitin sähköpääteessä:



Liitin autossa:



- Helsingin uusiin latauspisteisiin tulee kaksi Mode-3:n Type-2 pistorasiasia.

LATAUSTAPA MODE-4 - DC

Mikä?

Pikalataus tasavirralla. Vaatii ulkoisen laturin, virran tasasuuntauksen ja kommunikaationyhdyden latauspisteen ja auton välillä.

Teho ja virta:

1-vaihe DC/7,4 kW
400A:n asti

Liittimet:

● Type - 3 (CHA-deMO, Combo2)

3-vaihe DC/43,5 kW

● Type - 3 (CHA-deMO, Combo2)

Liitin sähköpääteessä:

Kiinteä kaapeli

Liitin autossa:



Kuva 29

2.3.5 LATAUSPISTORASIOIDEN SIJAINNIT

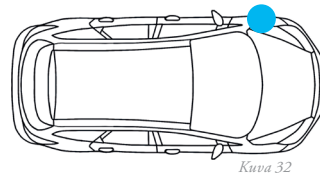
Polttomoottoriautoissa polttoainetankin täyttöluukku on yleensä sijoitettu ajoneuvon takaosaan. Sähköautoista ei kuitenkaan vastaavanlaista käytäntöä löydy. Pistorasia voi olla ajoneuvon edessä, kyljessä tai takana. On myös autoja, joissa on kaksi erilaista pistorasiaa auton eri kohdissa, kuten esimerkiksi Mitsubishiin iMiev:ssä. Sijaintien vaihtelevuus vaikuttaa lataamisen käytettävyyteen huomattavasti.

Oheiset kuvat kertovat kymmenen yleisen sähköautomallin pistorasioiden sijainnit.

● Normaalilataus

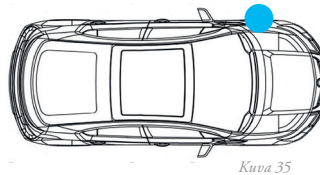
● Pikalataus

1. Ford Focus Electric PHEV (kuva 30-32)



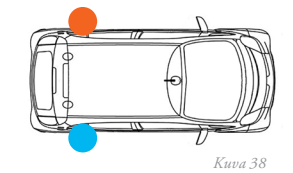
2. Opel Ampera
3. Chervolet Volt PHEV (kuva 33-35)

(sama korimalli)

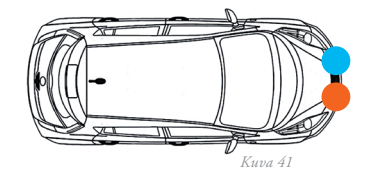


4. Mitsubishi iMiev
5. Citroën C-Zero
6. Peugeot iOn BEV (kuva 36-38)

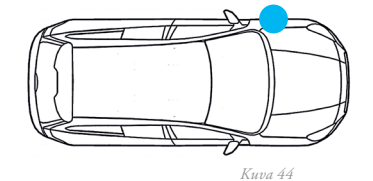
(sama korimalli)



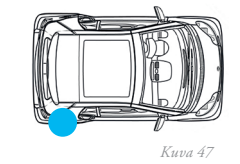
7. Nissan Leaf BEV (kuva 39-41)



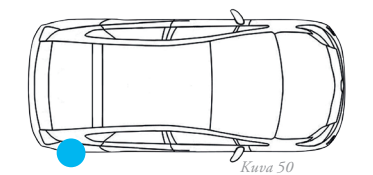
8. Volvo V60 PHEV (kuva 42-44)

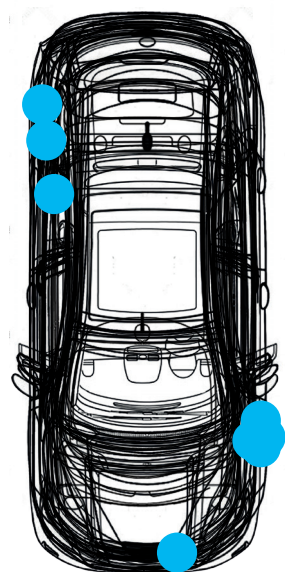


9. Smart Fortwo EV BEV (kuva 45-47)



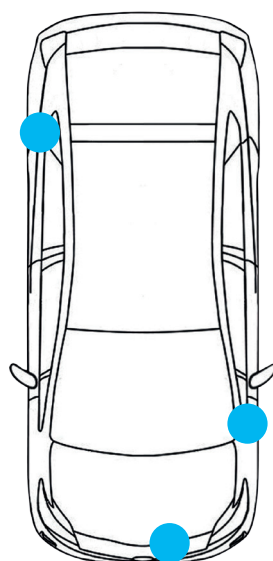
10. Toyota Prius PHEV (kuva 48-50)



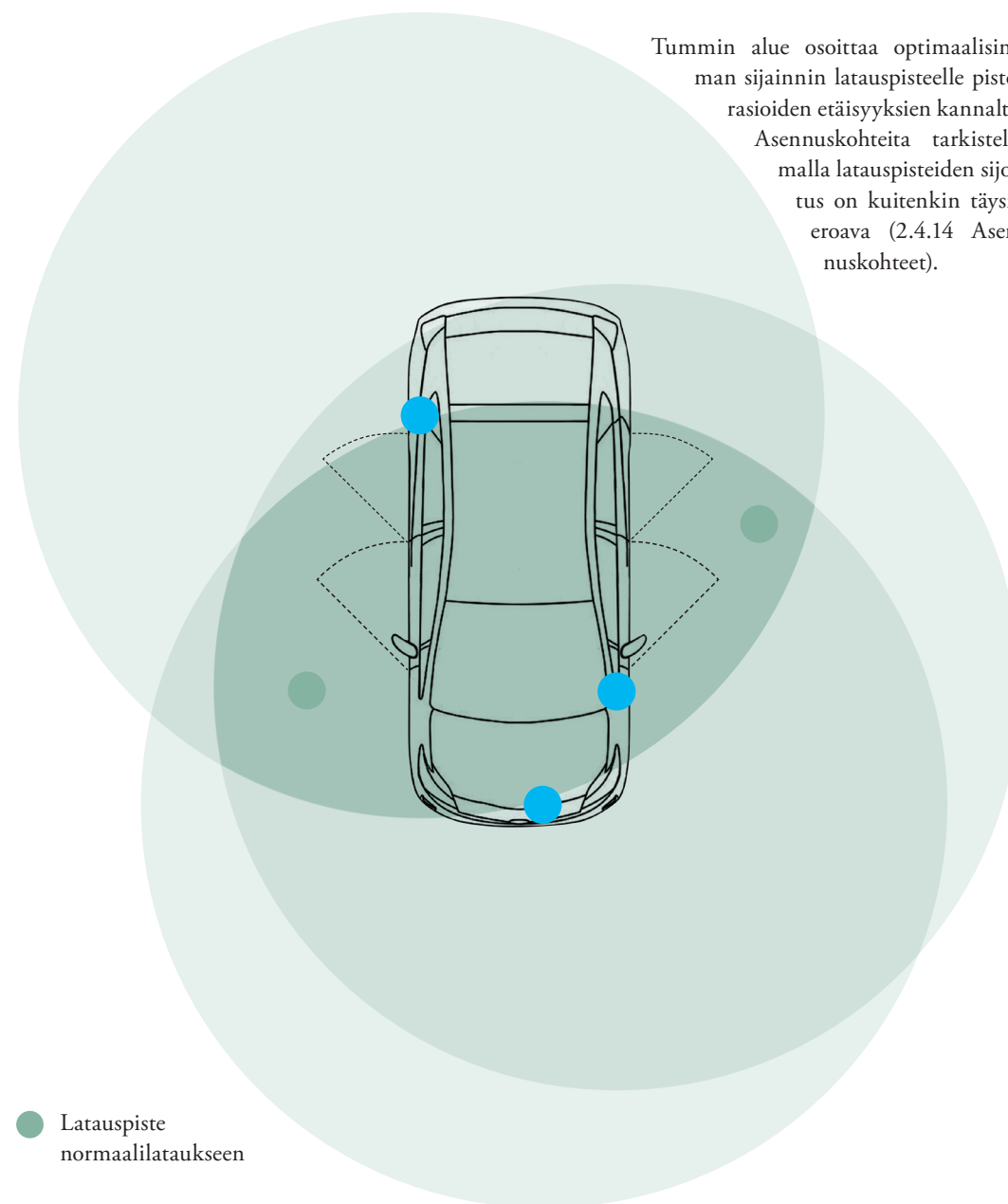


Kymmenen sähköauton piirustukset ja normaali-lataus pistorasioiden sijainnit päällekkäin.

● Pistorasia normaalilataukseen



Pistorasioiden sijaintien keskiarvo.



● Latauspiste normaalilataukseen

Tummin alue osoittaa optimaalisimman sijainnin latauspisteelle pistorasioiden etäisyyksien kannalta. Asennuskohteita tarkistamalla latauspisteiden sijoitus on kuitenkin täysin eroava (2.4.14 Asennuskohteet).

2.4 LATAUSLAITTEET

2.4.1 SUUNNITTELUN LÄHTÖKOHDAT

Heti tutkimusosion alettua pyrin arvioimaan, mikälaista tuotetta olisin suunnittelemassa.

Tutkimukseni keskittyy julkisiin latauspisteisiin, jotka toimivat pistokeperiaatteella, ilman kiinteää latauskaapelia. Periaate on tarkemmin määriteltynä Euroopan Komission ”vaihtoehtoisten polttoaineiden infrastruktuurin käyttöönotto” -direktiiviehdotuksessa (Euroopan Komissio 2013).

Pistokelataustavan ollessa perinteinen ja hyvin omaksuttu muiden sähkölaitteiden kautta, voidaan muita uusia mielenkiintoisia toimintatapoja löytää latauspisteen eri osa-alueista. Esimerkiksi maksu ja käyttäjän tunnistautuminen voidaan toteuttaa eri tavalla kuin nykyisillä huoltoasemien bensapumpuilla.

Jos katsoo julkista latauspistettä kokonaisuutena, voi sen suunnittelun rajata eri aihealueisiin: mekaniikkasuunnitteluun, teolliseen muotoiluun, sähkösuunnitteluun, valmistusteknilliseen suunnitteluun jne. Rajasin oman tutkimustyöni koskemaan pelkästään teollisen muotoilun osa-alueita, tosin välillä ajautuin tutkimuksissani sen ulkopuolelle, kuten esimerkiksi liikennesuunnitteluun, maisema-arkkitehtuuriin tai metallurgiaan.

Seuraava rajausta määrittänyt asettamalla suunniteltavalle tuotteelle reunaehdot. Sain sen tekemiseen pal-

jon apua Helsingin Energialta, jossa oli juuri tehty hankintaohjelma uusista julkisista latauspisteistä. Hankintaohjelma sisälsi latauspisteiden sähkö-, mekaniikka, tiedonsiirto-, käyttäjän tunnistautumis-, hallintajärjestelmä- ja huomiovalovaatimukset. Hankintaohjelman kautta sain lisäksi erittäin hyvän kuvan tilaajan intresseistä.

Latauspisteen lopulliset reunaehdot (luku 3) määntyivät kuitenkin vasta tutkimustyön valmistuttua.

2.4.2 ESIMERKIT LATAUSPISTEESTÄ

Seuraavilla kahdella aukeamalla esitän kaksi esimerkkiä myytävistä latauspisteistä: Enston EVC100 ja GE:n Wattstation™.

Valitsin nämä kaksi julkisen tilan latauspistettä kahdesta syystä: tiedän, että kummankin tuotteen suunnittelussa on ollut mukana erittäin tunnetut muotoilutoimistot, ja kummatkin tuotteet ovat tarkoitettu samaan käyttötarkoitukseen, mutta ovat toiminnaltaan hieman poikkeavat.

Omat ajatukseni tai kokemukseni tuotteista ovat aukeamien sivussa.

- ▲ Kuva 51 - Perinteinen pistokelataus
- ▶ Kuva 52 - Akkujen vaihtoasema
- ▶ Kuva 53 - Johdoton induktiolataus



Ajatuksia GE Wattstation™ latauspisteestä.

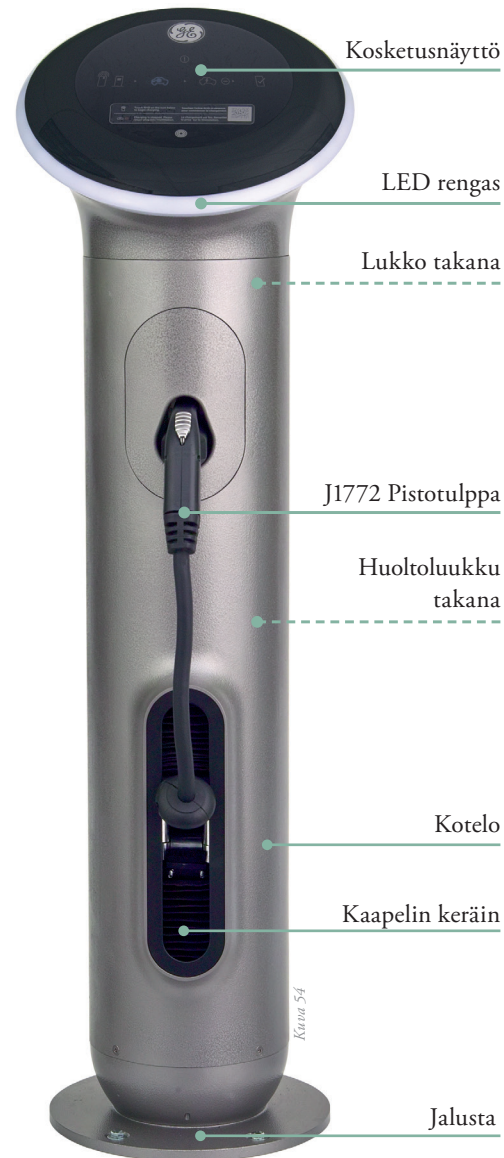
Wattstation latauspiste on syntynyt muotoilija Yves Beharin fuseproject -muotoilutoimiston ja GE Ecomagination:in yhteistyönä. En ole päässyt kokeilemaan kyseistä laitetta, kommenttini perustuvat GE:n tuotevideoihin ja kirjoitettuun aineistoon.

Ensivaikutelmaltaan Wattstation on moderni, iloisin oloinen elektroniikkatuote. Tuote on ulkonäöllisesti hyvä pari sähköautoille, mutta entä muille kaupunkikalusteille ja rakennuksille? Ei ehkä Suomen kaupunkeihin.

Käytön kannalta Wattstationin tekee mielenkiintoiseksi sen kiinteä latauskaapeli. Olisi mielenkiintoista päästä testaamaan sitä käytännössä, kuinka se toimii pakkasella, kestää ilkeästä jne. Oma mielipiteeni on, että laitteessa ei tarvitse olla kaapelia valmiina, koska sen tuo liikaa epävarmuutta laitteen toimintaan.

Käytettävyyttä ajatellen, ihmettelen kahta asiaa, latauspistokytken sijaintia sekä suurta kosketusnäyttöä. Ergonomia kannalta pistokytken tulisi sijaita korkeammalla. Näyttö taas on erittäin hankala käyttää, jos sen päälle sataa lunta. Lisäksi sen kalteva asento saattaa olla häikäisevä käyttäjille auringonpaisteessa. Lisäksi kyseinen näyttö tuonee ison lisähinnan yksinkertaiselle laitteelle.

Wattstationin asennus vaatii täysin vaakasuoran asennuspinnan, koska sen jalusta ei ole säädettävissä. Tästä saattaa seurata ongelmia asennuskohteita valittaessa.



Kokemuksiani Enston latauspisteestä.

EVC100 latauspiste on suomalaisen muotoilutoimiston ED-Design:in ja teknologiayritys Enston yhteistyön tulos. Kyseistä latausmallia on tällä hetkellä Helsingin kadunvarsilla yhteensä kuusi kappaletta. Olen käynyt valokuvaamassa niistä jokaisen ja testannut yhtä.

Ensimmäinen huomio EVC100:sta oli sen löydettävyydessä, RST:n peilaava pinta hukutti laitteen ympäristöön. Asiaan toi kuitenkin parannusta yläosassa oleva LED-valaistus. LED oli kuitenkin hieman liian kirkas ja oudon sävyinen kaupunkiympäristöön.

Käyttöliittymässä oli pieniä ongelmia. Latauspisteen luukun sai avattua soittamalla palvelunumeroon. Puhelun toisessa päässä oli kuitenkin täysin hiljaisa, eikä lisäopastusta seurannut. Pistorasioille oli varattu hyvin tilaa, niitä oli helppo käyttää. Näyttö oli kuitenkin sijoitettu virheellisesti latauskaapeleiden reitille: eli näyttö jäi kaapelin alle piiloon.

Huollon kannalta olisi järkevämpää asentaa huoltoluukun lukko kaapin yläosaan, jotta sen saa auki myös talvella.

EVC100 voisi kokonsa puolesta olla vielä pienempi, varsinkin siitä tehty kaksipuoleinen versio on liian suuri kapeilla kaduilla.

Ulkonäöllisesti EVC100 on hillitty, mutta minun makuuni hieman liian teknisen näköinen. Se ei kuitenkaan haitannut kaupunkikuvaa, vaan pikemminkin toi siihen mielenkiintoa uudenlaisena kadunkalusteena.



2.4.4 LATAUSPISTEEN OMINAISUUDET

Latausinfrastruktuurin rakentamisen alkuvaiheessa on järkevää pysytellä yksinkertaisissa ja yhteisesti hyväksytyissä latausratkaisuissa. Näin on myös tarkoitus edetä, viitaten esimerkiksi Euroopan Komission ”vaihtoehtoisten polttoaineiden infrastruktuurin käyttöönotto” -direktiiviehdotukseen ja Suomen sähkö- ja elektroniikka-alan kansallisen standardisoimisjärjestön, SESKO:n ohjeistukseen (Euroopan Komissio 2013; SESKO 2012). Ajatuksena on käyttää yhdenmukaisia standardoituja latausjärjestelmiä koko EU:n alueella.

Julkisten latauspisteiden ensisijainen tehtävä on mahdollistaa sähköajoneuvojen akkujen lataus, tulevaisuudessa tähän lataustoimintoon sisältyy myös käyttäjän tunnistus ja laskutus. Jotta kyseinen lataustapahtuma voidaan tarjota käyttäjille, tulee mielestäni seuraavien toimenpiteiden tapahtua:

1. *Latauspiste tulee olla kaikkina aikoina toiminnassa.*
2. *Latauspisteen tulee mahdollistaa lataus Euroopan Komission direktiiviehdotuksen mukaisesti, eli käyttäen lataustapaa 3 (Mode-3) ja siihen soveltuva latauspistokytintyyppiä 2 (Type-2).*
3. *Latauspisteen tulee pystyä tunnistamaan käyttäjä.*
4. *Latauspisteen ja pistokytimen tulee lukittautua latauksen ajaksi.*
5. *Latauksen päätyttyä käyttäjän tulee saada lataustapahtumasta kuitti, esimerkiksi*

elektroninen kuitti matkapuhelimeen.

Näiden ominaisuuksien lisäksi latauspisteessä on hyvä olla muun muassa lataustilan näyttävä valaistus, sen sijainnista kertova liikennemerkki, sen kanssa yhteensopivia mobiilisovelluksia sekä sen käyttäjille henkilökohtaiset asiakkuusprofiilit Internetissä.

Edellä mainitut ominaisuudet kirjasin lähinnä käyttäjän ja sähköyhtiön näkökulmasta. Toki muita tärkeitä ominaisuuksia voisi listata, jos tarkastelisin asiaa esimerkiksi laitetoimittajien, kuntien tai valtuutustyhtiöiden kannalta.

2.4.5 KÄYTETTÄVYYS

Latauspisteen käytettävyys sanelee pitkälti tuotteen suunnittelun onnistumisen – mitä helpompi laitetta on käyttää, sitä parempi se on.

Kenties tärkein seikka latauslaitteen käytettävyyttä suunniteltaessa on sen käyttökonteksti, eli minkälaisessa tilanteessa latauspistettä käytetään. Uskon, että käyttökonteksti on tärkeämpi latauspisteen suunnittelun lähtökohta kuin esimerkiksi sen käyttäjät. En usko, että käyttäjissä ole niin paljon eroa, että se vaikuttaisi käytettävyyteen. Esimerkiksi kaikki latauspistettä käyttävät ovat yli 15-vuotiaita ajokortin saaneita henkilöitä.

Suunnittelutyöni keskittyessä julkisiin latauspisteisiin voidaan käyttökonteksti rajata kaupunkiympäristöön – lähinnä kadunvarsien pysäköintipaikkoihin ja niitä suurempiin pysäköintialueisiin. Lataustapahtumaa ei siis pidä rinnastaa polttomootoriauton tankkaamiseen huoltoasemalla, vaan pikemminkin ajoneuvon pysäköimiseen parkkiruu-

tuun.

Kaikilla ajokortin suorittaneilla henkilöillä on varmasti kokemusta pysäköimisestä. Pysäköinti on se pieni välietappi, kun siirrytään paikasta A paikkaan B. Eli todellisuudessa kun mennään ”autolla kauppaan”, mennäänkin autolla kaupan parkkipaikalle ja sieltä jalan kauppaan. Nyt sähköautoilijoiden on lisättävä yhtälöön ajoneuvon lataus. Sähköajoneuvoja kannattaa ladata aina kun mahdollista, jotta niiden akusto olisi mahdollisimman täynnä.

Uskon, että autoilijat ovat niin tottuneita nopeaan ja rutiininomaiseen auton pysäköimiseen, että he eivät halua lataustapahtuman muokkaavan tai pidentävän sitä yhtään enempää kuin on tarve. Tästä seuraa käytettävyyden kannalta tärkeä kysymys: mitkä tapahtumat ovat välttämättömiä ajoneuvon latauksessa, kun käytetään julkista latauspistettä?

Olen minimoinut lataustoiminnon tapahtumat seuraavanlaisiksi:

- *Latauksen aloitus: käyttäjä pysäköi ajoneuvon, käyttäjä kiinnittää latauskaapelin auton pistorasiaan, käyttäjä tunnistautuu latauspisteellä, käyttäjä kiinnittää latauskaapelin latauspisteen pistorasiaan = lataus alkaa.*
- *Latauksen lopetus: käyttäjä palaa latauspisteelle ja tunnistautuu = lataus loppuu, käyttäjä irrottaa latauskaapelin latauspisteestä ja ajoneuvosta.*

Esitetty skenaario on laadittu latauspisteelle, jossa ei ole omaa latauskaapelia (luku 2.4.2 Ensto EVC100).

Skenaarion lista on hyvin lyhyt, ja siten palvelisi

käyttäjiä varsin hienosti – aikaa kuluisi luultavasti alle minuutin tapahtumien läpikäyntiin. Skenaario ei kuitenkaan kerro miten latauksen maksaminen ja laskutus tapahtuu. Oma mielipiteeni on, että käytettävyyden kannalta näitä toimintoja ei kannata tuoda latauspisteelle, vaan ne voi viedä käyttäjän henkilökohtaiselle asiakastilille, joka toimii Internetissä ja mobiilisovelluksena älypuhelimessa. Tätä toimintatapaa voi verrata esimerkiksi mobiiliopeaattoreiden harjoittamaan laskutustapaan.

Hyvä käytettävyys on kuitenkin paljon muutakin kuin toimintojen minimoimista. Käytettävyyttä voi tarkistella latauspisteen löydettävyyden, käytön ohjeistuksen, käyttöliittymän luettavuuden, käytön nopeuden, valaistuksen, esteettömyyden ja esimerkiksi latauspisteen tilan havainnollistamisen kautta.

Tutkimustyön aikana testasin viiden erilaisen latauspisteen käytettävyyttä. Helsingissä kokeilin yhtä julkista ja yhtä yksityistä latauspistettä. Oslolla käytin maksullista pikalatausasemaa, julkista normaalilatauspistettä sekä yhtä yksityistä latauspistettä. Lisäksi tutustuin useiden latauspisteiden käytettävyyteen niiden käyttöohjeiden kautta. Näitä tuloksia en ole eritellyt omaksi osuudeksi, vaan ne löytyvät tutkimusosion muista aihealueista.

2.4.6 KÄYTTÖLIITTYMÄ

Julkisen latauspisteen käyttöliittymän suunnittelussa tulee käyttäjän tunnistautuminen, latauksen maksu ja laskutus sekä käyttäjän opastus saada toimimaan saumattomasti yhteen.

Käytettävyyks -kappaleessa pohdin latauksen maksun ja laskutuksen suorittamistapaa. Vuonna 2010 Jani Lehtinen teki aiheesta diplomityön Aalto-yliopiston teknillisessä korkeakoulussa. Työssään ”Sähköautojen latausjärjestelmät pääkaupunkiseudulla” Jani Lehtinen kirjoittaa:

”Luottokorttien useat huonot ominaisuudet tekevät siitä sopimattoman maksuvälineen latauspisteellä, kun taas RFID teknologian käyttö takaisi kaikkein käytännöllisimmän tavan suoriutua maksamisesta ... RFID takaisi asiakasystävällisimmän laskutusjärjestelmän johtuen sen yksinkertaisuudesta, nopeudesta ja toiminnallisuudesta. Samalla kännyköiden käyttö voisi taata lisäpalveluita ja vaihtoehtoisia maksutapoja. Näin ollen RFID ja kännykät voisivat toimia rinnakkain, pois sulkematta toisiaan.” (Lehtinen 2010, 73)

Kokeilin tutkimustyön aikana kumpaakin tunnistautumis/maksutapaa sähköautojen latauspisteillä. Omasta kokemuksesta voin sanoa, että RFID:n käyttö oli huomattavasti helpompaa kuin matkapuhelimen käyttö. Latauspisteen aktivointi matkapuhelimella oli hidasta ja kömpelöä, varsinkin vesisateessa. Lisäksi sen käyttö edellytti ohjeistusta latauspisteen luona.

RFID:n käyttö osoittautui yksinkertaiseksi ja nopeaksi, sen käyttö oli jopa luontevaa ensikertalaiselle.

RFID-tunnisteen voi suunnitella esimerkiksi avaimenperäksi, jolloin se kulkee aina ajoneuvon mukana.

Kuten mainitsin luvussa 2.4.5, mielestäni latauksen laskutuksen ja maksamisen tulee tapahtua muualla kuin latauspisteellä, esimerkiksi käyttäjän omalla asiakastilillä Internetissä. En kuitenkaan ole tutkinut prosessia tarkemmin tämän opinnäytteen aikana.

Artikkeliin ”Charging Stations for Urban Settings the design of a product platform for electric vehicle infrastructure in Dutch cities” (2009) on koottu kattava listaus latauspisteen ja latausprosessin suunnitteluohjeita ja kriteerejä. Ohessa artikkelin tärkeimmät näkökohdat käyttöliittymäsuunnittelua ajatellen:

- *Henkilöt jotka osaavat paikallisia, yleisesti osattuja kieliä tulee pystyä käyttämään käyttöliittymää.*
- *Käyttöliittymän tulee asentaa silmäkorkeudelle.*
- *Latauspisteen käyttäjien tulee pystyä onnistuneesta aloittaa ajoneuvon lataus kolmen minuutin kuluessa, myös käyttäessä latauspistettä ensimmäistä kertaa.*
- *Käyttäjien tulee saada palautetta jokaisesta tapahtumasta latauspisteen käyttöliittymän kanssa. Tämä palaute voi tulla esimerkiksi äänen, valon tai liikkeen muodossa.*
- *Käyttöliittymän tulee reagoida käyttäjän kanssa ja opastaa tätä seuraavaan vaiheeseen.*
- *Latausjärjestelmällä tulee olla reaaliaikainen,*

etäluettava mobiilisovelluspohjainen käyttöliittymä.

(Hatton et al. 2009, 8-10)

Näiden ohjeiden lisäksi käyttöliittymäsuunnittelussa tulee ottaa huomioon mahdolliset virhetilat ja väärinkäsitykset. Ongelmatilanteita on kuitenkin vaikea ennakoida. Niiden löytäminen vaatii yleensä toimivan käyttöliittymän testausta.

▼ Kuva 66 - Käyttöliittymän testausta pikalatausasemalla Oslolla.



2.4.7 TURVALLISUUS

Julkisen latauspisteen turvallinen käyttö, asennus ja huolto tulee olla taattu. Sähköajoneuvojen latauspisteiden turvallisuutta takaavista standardeista ja ohjeistuksista on kirjoitettu esimerkiksi SESKO:n, Cenelec'in ja IEC:n toimesta. Lisäksi artikkelissa "Charging Stations for Urban Settings" on muotoilun kannalta hyviä merkintöjä turvallisuutta ajatellen. Kirjoitetun materiaalin lisäksi sain turvallisuuteen liittyvää informaatiota Ensto:n projektipäällikkö Atte Mäntälältä ja Helsingin Energian valaistuspäällikkö Olli Markkaselta.

Muotoiluprosessissa huomioitavat turvallisuusnäkökohdat:

- *Sähköiskun saaminen latauspisteestä tulee olla mahdotonta.*
- *Latauspisteen tulee täyttää CE -standardit.*
- *Sähkö- ja elektroniikkakomponentit on oltava ilkeivallalta suojattuja.*
- *Latauspiste on oltava vikavirtasuojattu.*
- *Latauspisteen ollessa törmäyksen kohteena on virran katkettava.*
- *Latauspisteen käyttö tulee sallia vain ajokortin haltijoille.*
- *Latauspisteen huoltoluokun saa avata vain asianomaiset.*
- *Latauskaapeleiden, pistorasioiden ja muiden sähköosien tulee noudattaa IEC-standardeja.*

- *Latauspisteen pistorasioissa ei saa olla sähkövirtaa latauspistokytäkintä kiinnittäessä tai irrotettaessa.*
- *Latauspisteen suojausluokka tulee olla IP44 ja sähkökytkentöjen IP54.*
- *Latauspisteen tulee olla iskunkestävyysluokalta IK10.*
- *Sähköajoneuvon ja latauspisteen välinen etäisyys tulee minimoida, jottei latauskaapeli aiheuta kompastumisvaaraa.*
- *Latauslaitteissa ei saa olla vahingoittavia teräviä reunoja tai syviä reikiä.*
- *Latauspisteessä ilmanvaihdoissa tulee huomioida Suomen lumitilanteet.*
- *Latauspisteen väärinkäyttö esimerkiksi väärennetyillä RFID tunnuksilla pitää olla mahdotonta.*

(Hatton et al. 2009, 8-11; SESKO 2012; IEC 2010).

Listaukseni esittää turvallisuusmäärityksien otsikot, muttei niiden detaljeja saati toteutustapaa. Turvallisen latauspisteen suunnitteluun tarvitaan monia eri alojen asiantuntijoita.

2.4.8 ESTEETTÖMYYS

Esteettömyydellä pyritään luomaan kaikille saatavutettavissa olevia tiloja, kokemuksia ja kanssakäymistä. Invalidiliiton Rakennetun ympäristön esteettömyyskartoitus (2009) kuvaa termin seuraavanlaisesti:

"Esteettömyydellä tarkoitetaan yhdenvertaisuutta osallistua yhteiskunnan toimintaan itsenäisesti ja omana itsenään. Esteettömyys on sekä fyysisen, psyykkisen, sosiaalisen, kulttuurisen että taloudellisen ympäristön toteutumista siten, että jokainen meistä voi toimintakyvystään riippumatta toimia yhdenvertaisesti muiden kanssa." (Ruskovaara et al. 2009, 7)

Sähköajoneuvojen julkiset latauspisteet tullaan asentamaan katujen reunoille ja pysäköintialueille, missä kaikenikäiset ja kaikenkuntoiset kaupunkilaiset aktiivisesti liikkuvat. Siksi on tärkeää, että kaikki ihmisryhmät huomioidaan latauspisteitä suunniteltaessa. Jos latauspisteeni suunnittelu jatkuu opinnäytteeni ulkopuolella, olisi hyvä, että sen tarkistaisi ja arvioisi esteettömyysasiantuntija.

Ohessa listaus asioista, joilla latauspisteeni esteettömyyttä saadaan parannettua:

- **Kontrasti.** *Latauspisteen tulee erottua ympäristöstään. Hyvä kontrasti parantaa sen havaittavuutta ja löydettävyyttä. Tämä voidaan toteuttaa helpoiten valitsemalla laitteelle tumma väri.*
- **Mitoitus.** *Latauspisteen tulee viedä mahdollisimman vähän katutilaa, lisäksi siinä ei tule olla ulkonevia osia. Näin voidaan minimoida*

latauslaitteeseen törmäily.

- **Valaistus.** *Valaistuksen avulla tuote on näkyvä myös pimeällä. Valaistus ei kuitenkaan saa olla häikäisevä.*
- **Ohjaus.** *Latauspisteen ympärille voidaan tehdä näkövammaisten liikkumista helpottava erottelualue. Tämä voidaan toteuttaa esimerkiksi valkoisella ristipäähakatulla luonnonkivilaataalla, tai muilla vastaavilla SuRaKu:n hyväksymillä materiaaleilla. (SuRaKu 2008, kuva 67)*
- **Käyttöliittymä.** *Käyttöliittymän käyttö ei tulisi vaatia hyvää kielitaitoa, vaan vieraskielistenkin tulisi pystyä käyttämään sitä vaivatta. Lisäksi symboliikan tulee olla helposti tunnistettavaa.*
- **Muotoilu.** *Muotoilussa tulee huomioida kaikenkuntoiset käyttäjät. Esimerkiksi latauspistokytkeimen asentaminen ei saa vaatia paljoa fyysistä voimaa tai sorminäppäryyttä. Lisäksi kaikki mahdolliset vivut, napit tai luukut tulee olla helposti operoitavia.*

▼ Kuva 67 - Erottelualue katupinnassa



2.4.9 YMPÄRISTÖYSTÄVÄLLISYYS

Mielestäni teollisessa muotoilussa tuotteet pitää suunnitella mahdollisimman pitkäikäisiksi, jotta niiden ympäristövaikutukset saadaan mahdollisimman alas. Jos tuotetta ei kuitenkaan voida suunnitella pitkäikäiseksi, tulee sen olla ekologisesti hävitettävissä tai kierrätettävissä. Tämä on minusta helppo ja yksinkertainen yhtälö, jota kannattaa miettiä tuotesuunnittelun aikana.

Esimerkiksi korkean teknologian tuotteista on vaikea saada pitkäikäisiä, koska niiden sisältämän teknologian kehitys on niin nopeaa. Seurauksena syntyy valtavia määriä vanhentuneita tuotteita, jotka pitää joko kierrättää tai hävittää. Tutkimustyön aikana pyrin saamaan vastauksia siihen, miten voisin välttyä tältä ongelmalta – ovathan sähköautojen latauspisteet täynnä vanhentumisaltista tekniikkaa ja komponentteja.

Pitkäikäisyys ei ole tietenkään ainoa asia, jolla tuotteesta saa ympäristöystävällisemmän. Asiat, kuten esimerkiksi tuotteen valmistusprosessi, materiaalivalinnat, materiaalmäärät, pakkaus ja logistiikka, käyttöaste ja kulutus vaikuttavat huomattavasti tuotteen ekologisuuteen. (Shedroff 2009, 490–496; kuva 68–69)

Helsinkiin asennettiin Suomen ensimmäiset julkiset latauspisteet vain muutama vuosi sitten. Niissä on järkevästi otettu huomioon teknologian nopea kehitys; latauspisteet suunniteltiin sisältämään sekä sen hetkisen yleisesti käytetyn latausratkaisumallin että tulevan. Tätä tapaa ei noudatettu esimerkiksi Oslissa, johon ensimmäiset julkiset latauspisteet asennettiin sisältäen pelkästään vanhemman latausteknologian. Oslon julkisten latauspisteiden lataus-

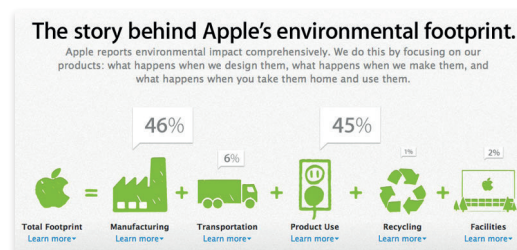
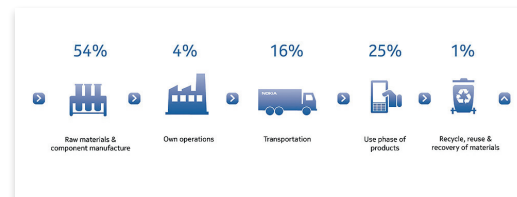
ratkaisua ei pysty päivittämään nykyisten standardien mukaiseksi, joten ajan koittaessa ne tulee vaihtaa täysin uusiin.

Uskon, että tämäntyyppiset ongelmat ovat ratkaistavissa. Esimerkiksi riittävän suurilla tilavaroituksilla latauspisteessä ja helposti vaihdettavilla osilla voidaan hypätä yhden päivityskerran ylitse päivittämällä vain tiettyjä latauslaitteen osia.

Pitkäikäisyys tuotteessa vaati myös materiaalikeskustelua. Materiaalivalinnat myös vaikuttavat suuresti tuotteen valmistusmenetelmiin ja tuotteen hintaan.

▼ Kuva 68 - Nokian ekologinen jalanjälki

▼ Kuva 69 - Applen ekologinen jalanjälki



2.4.10 MATERIAALIT

Materiaalivalinnoilla voidaan vaikuttaa tuotteen ekologisuuteen, kestävyyteen, ulkonäköön, valmistustekniikkaan, sähkönjohtavuuteen, huoltoon, käyttöön ja moneen muuhun seikkaan. Helsingin Kaupunkikalusteohje antaa hyvät valmiudet kadunkalusteiden materiaalivalintoja tehdessä:

"Kalusteisiin soveltuvista metallituotteista on käytännössä kestävimmiä havaittu haponkestävästä tai ruostumattomasta teräksestä valmistettu latta-teräs sekä vastaavista materiaaleista valmistetut pulverimaalatut terästuotteet ja valurauta- ja alumiinivalutuotteet. Ohutseinäisen metalliputken tai teräslevyn käyttöä ei suositella, sillä kolhiintunut tai lommolle mennyt tuote on vaikea korjata. Huollon ainoana vaihtoehtona on koko osan korvaaminen uudella. Ruostumattoman teräksen pintakäsittely on hionta. Maalatun pinnan suositeltavin pintakäsittely-yhdistelmä on kuumasinkitys + sinkkifosfatointi + jauhemaalauus. Sinkkifosfatointi parantaa maalin tartuntaa ja pysyvyyttä. Sinkkifosfatoinnin voi korvata muulla vastaavalla käsittelyllä." (Salmi et al. 2009, 13)

Keskustelin materiaalivalinnoista teollinen muotoilija Jarmo Lehtosen kanssa, sillä hän on suunnitellut Postin keltaiset kirjelaatikat yhdessä Jukka-Pekka Metsävainion kanssa. Jarmo Lehtonen mainitsi muun muassa, kuinka erinomaisen toimiva edellä mainitun kirjelaatikon alumiininen luukku on ollut. Vaikka osa on ollut kovassa käytössä, on se edelleen lähes uuden näköinen ja täysin ehjä. (kuva 70)

HKR:n valaistuspäällikkö Juhani Sandström taas muistutti kaupunkikalusteisiin kohdistuvasta il-

kivallasta. Esimerkiksi graffitteja ilmaantuu lähes poikkeuksetta kalusteiden pintoihin – näitä vastaan voi toki taistella käyttämällä tuotteissa anti-graffiti-pintakäsittelyä. Lisäksi Juhani Sandström mainitsi, että täysin sileitä pintoja tulisi välttää kalusteissa, koska niistä on erittäin vaikea irrottaa tarroja ja teippauksia. Sileät pinnat voi korvata valitsemalla pintakäsittelyksi efektimaalin, joka jättää maalatun tuotteen pintaan pienen karheuden. On kuitenkin huomioitava, että efektipintoja on vaikeampi paikakamaalata kuin normaaleja maalipintoja.

▼ Kuva 70 - Postin kirjelaatikko



Materiaalivalinta määrittelee myös tuotteen valmistustavan. Keskustelin aiheesta professori Eero Miettisen kanssa, ja hän neuvoi minua miettimään, voisiko tuotteen valmistaa alumiinista pursottamalla. Se takaisi latauspisteelle yksinkertaisen ja kevyen rakenteen, joka olisi myös edullinen valmistaa. Nämä seikat tukevat myös tuotteen ekologisuutta.

2.4.11 LÖYDETTÄVYYS

Julkisen latauspisteen löytäminen voi olla haasteellinen tehtävä, varsinkin vielä, kun latauspisteiden määrä Suomen kaupungeissa on hyvin pieni. Tästä syystä niiden löydettävyyteen tulee panostaa opastuksen muodossa.

Opastus latauspisteille tulee jakaa kahteen tasoon: opastus suuressa mittakaavassa ja opastus pienessä mittakaavassa. Suurella mittakaavalla tarkoitetaan kaupunkitasolla tapahtuvaa opastusta. Tämän opastuksen tarkoitus on ohjeistaa käyttäjä latauspisteelle käyttäen apunaan ajoneuvon navigaattoria tai mobiilisovelluksia. Pienen mittakaavan opastuksella tarkoitetaan katutasolla tapahtuvaa, perinteisempää opastusta.

Kaupunkitason navigoimiseen tarvittavia sovelluksia on jo kehitteillä ja jaossa käyttäjille. Niiden käytettävyys on kuitenkin vielä alkumetreillä ja paljon parannuksia on odotettavissa. Toimiakseen luotettavasti, navigointisovellukset tarvitsevat pääsyn maanlaajuiseen, reaaliaikaiseen latauspistetietokantaan. Tietokannan kautta saadaan latauspisteiden sijaintien lisäksi tieto niiden tilasta – jos latauspisteet tätä toimintoa tukevat. Suomen tietokantaan voi tutustua osoitteessa <http://sahkoinenliikenne.fi/latauspisteet/>.

Kaupunkitason opastus tarvitsee kuitenkin paikalla tapahtuvaa konkreettisempaa opastusta, varsinkin jos navigointisovellukset tuntuvat epäluotettavilta. Pienen mittakaavan opastus toteutetaan liikennemerkkien, valaistuksen ja latauspisteen muotoilun avulla (kuva 71). Suomessa suunnitellaan parasta aikaa latauspisteille omia liikennemerkkejä, joka on juuri oikea tapa edetä. Mainitsin myös valaistuksen pienen mittakaavan opastuksessa – tästä kerron tarkemmin seuraavassa kappaleessa. Lopuksi itse muotoilu voi toimia tehokkaana oppaana. Hyvänä esimerkkinä erottuvuudesta on Otto-automaatit; ne ovat itse itselleen opaskylttejä, oransseja, hyvin ympäristöstään erottuvia laitteita. Samaa ideologiaa voisi kenties kokeilla latauspisteissä, esimerkiksi muodon tai värityksen muodossa.

Ehkä kaikkein tärkeintä toimivan löydettävyyden kannalta on viestintämateriaalin yhteneväisyys. Navigointisovelluksien, liikennemerkkien, latauspisteiden valaistuksen, värityksien ja muotoilun tulee olla yhtenevää, jotta käyttäjät osaavat helpommin yhdistää eri osa-alueet toisiinsa ja löytää reitinsä perille latauspisteelle.

▼ Kuva 71 - Latauspistepysäköintipaikka merkitty laatalle kadun pintaan Amsterdamissa



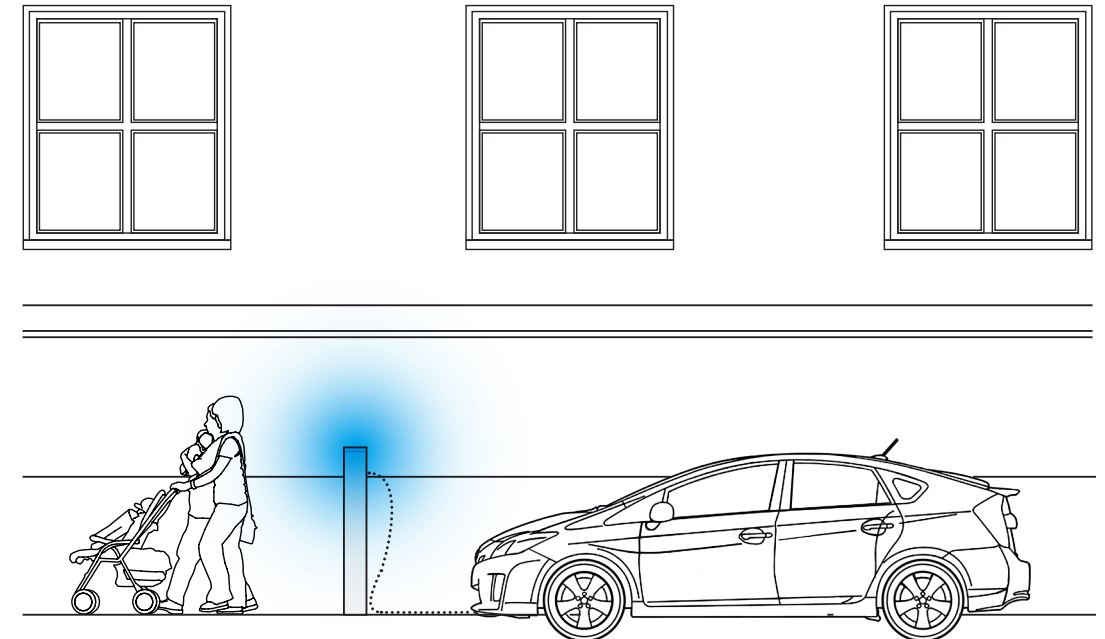
2.4.12 VALAISTUS

Valaistuksella on neljä tärkeää roolia latauspisteissä. Ensinnäkin, valaistuksen avulla voidaan kommunikoida käyttäjille latauspisteen tilasta: onko latauspiste käytössä, pois päältä, vapaana tai virhe-tilassa. Toiseksi, valaistuksen avulla voidaan opastaa käyttäjää latauspisteen käyttöön: valoilla voi opastaa käyttäjää esimerkiksi kiinnittämään latauspistokytkimen tai tunnistautumaan RFID-tunnuksella. Kolmanneksi, valaistus toimii oppaana käyttäjille ja ohikulkijoille hämärässä tai pimeässä: valaistus tuo latauspisteen paremmin esille katutilassa tai parkki-alueella. Neljänneksi, valaistuksella voidaan luoda latauspisteelle esteettistä lisäarvoa: esimerkiksi elävän näköinen LED-valaistus voi olla sekä informa-

tiivinen että kaunis.

Valaistus ei saa kuitenkaan olla liian tehokasta tai kaupunkiympäristöön sopimatonta – se ei saa häiritä kaupunkilaisten liikkumista tai asumista (kuva 72). Mielestäni julkisestilatauspisteissä tulee käyttää matalatehoista, neutraalia valaistusta. Marianne Mølmen Oslon liikennevirastosta kertoi, että Oslon kaupunkilaisilta oli tullut valituksia joidenkin latauspisteiden valaistuksen ollessa liian kirkkaita ja yliampuvan värisiä.

▼ Kuva 72 - Latauspisteen valaistus ei saa häiritä lähistön asukkaita



2.4.13 ASENNUKSEEN JA HUOLTO

Julkisia latauspisteitä tullaan asentamaan useisiin erilaisiin kohteisiin, vilkkaista kadunvarsista liityntäpysäköintialueisiin. Lisäksi asennuskohteen maanpinta saattaa olla kalteva, korotettu, ahdas tai lähellä kulkuväylää. Onkin vaikea päästä asennusratkaisuun, joka toimisi kaikissa asennustilanteissa. Suomessa tämäntyyppiset asennustyöt tehdään pääsääntöisesti kesäisin tai aikana, jolloin maa ei ole roudassa – silloin työ on nopeampaa ja halvempaa. Katutasolla tehtävien rakennustöiden määrää ja pituutta pyritään pääsääntöisesti minimoimaan, jotta vältetään ruuhkilta, onnettomuuksilta ja turhautumiselta. Tästä syystä on tärkeää suunnitella tarkkaan, miten latauspisteiden asennus saadaan tehtyä mahdollisimman nopeasti ja tehokkaasti.

Marianne Mølmen kertoi heidän tavastaan toimia: kun kaupungissa aloitetaan rakennustyömaa katutasolla, ilmoitetaan siitä kaupungin virastojen suunnitteluosastoille. Siten eri alojen suunnittelijat pystyvät nopeasti reagoimaan mahdollisten rinnakaishankkeiden puitteissa. Esimerkiksi kaukolämpöputkea vaihdettaessa voidaan samalla maanavauksella tehdä mahdollisia sähkö- ja datavarauksia tuleville sähköajoneuvojen latauspisteille. Tämänkaltaisen yhteistyö vaatii tietenkin hyvää yhteistyötä kuntien suunnitteluosastoilta ja ennakoimista latauspisteiden sijoitus suunnitelmia tekemistä suunnittelijoilta.

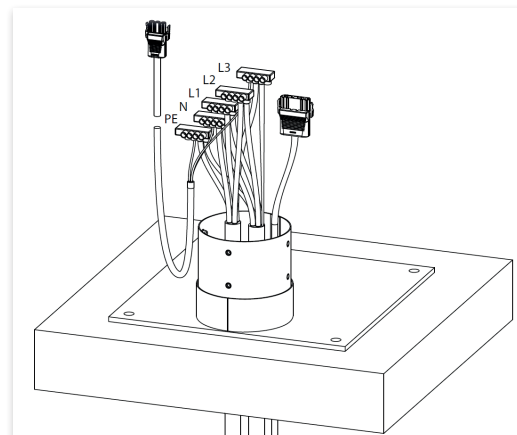
Julkisen pistokelatauspisteiden asennus on käytännössä yksinkertaista. Esimerkkinä, ohessa tiivistelmä Enston EVT160 -latauspisteiden asennusohjeista:

(Asennuksen alkaessa asennuskohteessa on tarvitta-

vat sähkövedot ja betonialusta)

1. Valitse asennustavan mukainen kiinnityskappale, esimerkiksi jos asennus tehdään betonijalustaan, käytä siihen tarkoitettua soviteosaa ja asennusrengasta.
2. Kiinnitä latauspisteiden soviteosa betonijalustaan.
3. Liitä maasta nousevat syöttöjohdot ja ohjaussignaaliapeli latauspisteeseen. Suojaa kytkennät muovisella eriste-oviteella.
4. Asenna latauspisteiden runko sovitekappaleeseen. Lisää kiinnitysrivit.
5. Kytke johdotukset latauspisteiden pistorasioille.
6. Kiinnitä latauspisteiden pistorasit ja luukku paikoilleen.

(Ensto 2012; kuva 73)



Laitevalmistajien asennustavat poikkeavat tietenkin tuotteista riippuen, mutta Enston esimerkki kuvastaa mielestäni hyvin mitä työvaiheita asennukseen kuuluu. Itse lisäisin ohjeistukseen vielä asennuskohteen viimeistelyn ja siivouksen. Lisäksi olisi hyvä idea ympäröidä latauspiste erottuvalla materiaalilla näkövammaisten liikkumista helpottamiseksi.

Julkiset latauspisteet eivät ole yleensä suojattuja pollareilla tai korotetuilla kivetyksillä. Tästä syystä latauspisteet ovat alttiita kolhuille ja törmäyksille (kuva 74). Jos törmäys aiheuttaa latauspisteelle vikoja tai ulkonäöllisiä ongelmia, tulee vahingoittuneet osat pystyä korjaamaan tai vaihtamaan. Tätä huoltotoimenpidettä nopeuttaakseen tulee latauspisteiden suunnittelussa ottaa huomioon törmäysalttiiden osien helppo huolto. Samanlaista ajatusmallia voi tietysti käyttää myös latauspisteiden muiden osien suunnittelussa.

Artikkelissa “Charging Stations for Urban Settings” kirjoitetaan lisäksi siitä, kuinka huolto ei rajoitu pelkästään fyysisiin osiin. Artikkelin mukaan latauspisteiden lataustapahtumista on pidettävä tilastot, jotta ongelmien ratkominen olisi helpompaa latauspisteiden joutuessa vikatilaan. Lisäksi latauspisteiden huolto koskee myös laitteen käyttöliittymää ja komponentteja – nekin pitää olla helposti huollettavissa, vaihdettavissa ja päivitettävissä. (Hatton et al. 2009, 11)

◀ Kuva 73 - Ensto EVT160 soviteosa betonijalustassa

▶ Kuva 74 - Kolhun saanut latauspiste

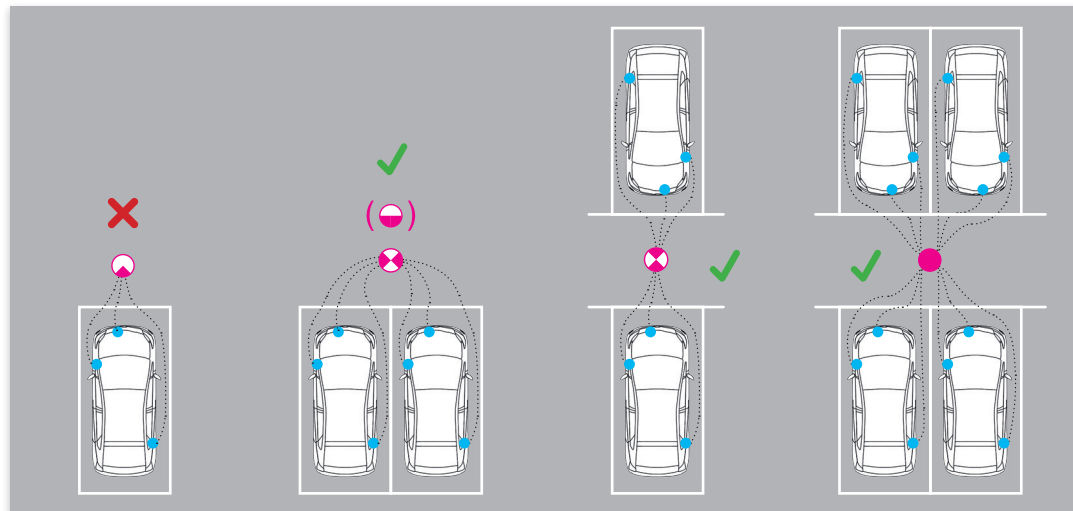


2.4.14 ASENNUSKOHEET

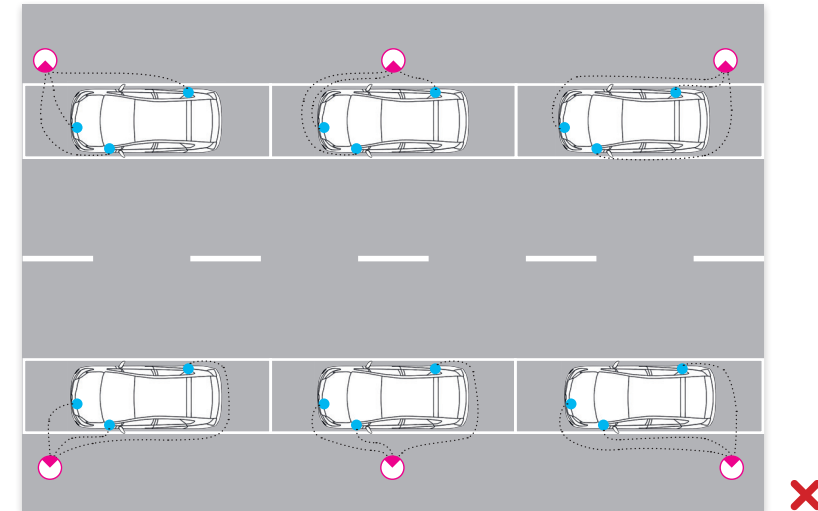
Pysäköintipaikkojen asettelut, sijainnit ja koot vaikeuttavat latauspisteiden asennuspaikan valitsemista. Oheisista sijoitus suunnitelmaluonnoksista voi kuitenkin havaita, että latauspiste, jossa on latauspistokkeet vastakkaisilla puolilla on kaikkein monikäyttöisin. Yhden latauspäätteen latauspiste on tuhlailtava niin taloudellisesti kuin ympäristönkin kannalta; yhdellä pisteellä on vain yksi käyttäjä. (kuvat 75-79)

-  = 1 latauspistoke
-  = 2 latauspistoketta vastakkain
-  = 2 latauspistoketta vierekkäin
-  = 4 latauspistoketta neljällä sivulla
-  = pistorasias normaali lataukselle
-  = ei suositeltava ratkaisu
-  = suositeltava ratkaisu

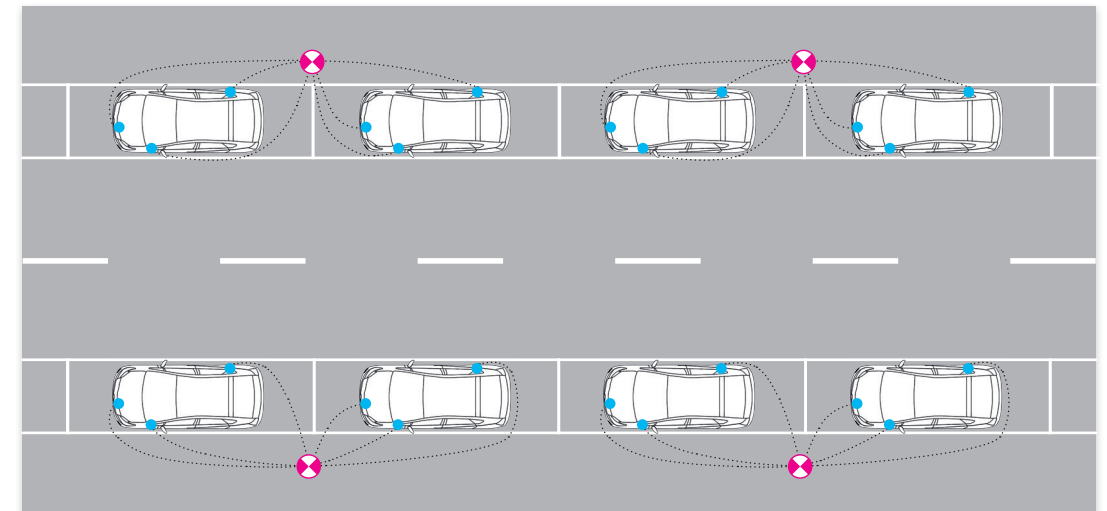
▼ Kuva 75 - Yksittäinen suorakulmainen pysäköinti, sekä rinnakkais- ja vastakkaispysäköintipaikkojen eri vaihtoehtoja



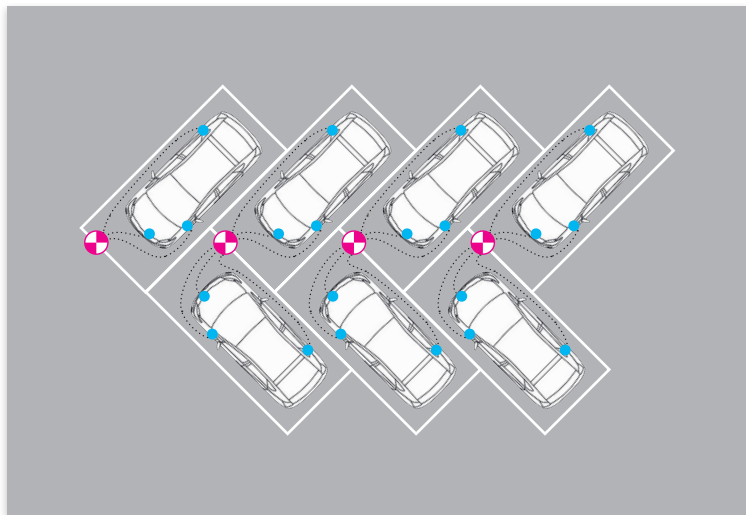
▼ Kuva 76 - Pitkittäispysäköinti: yhden latauspistokkeen latauspiste eri sijainneissa



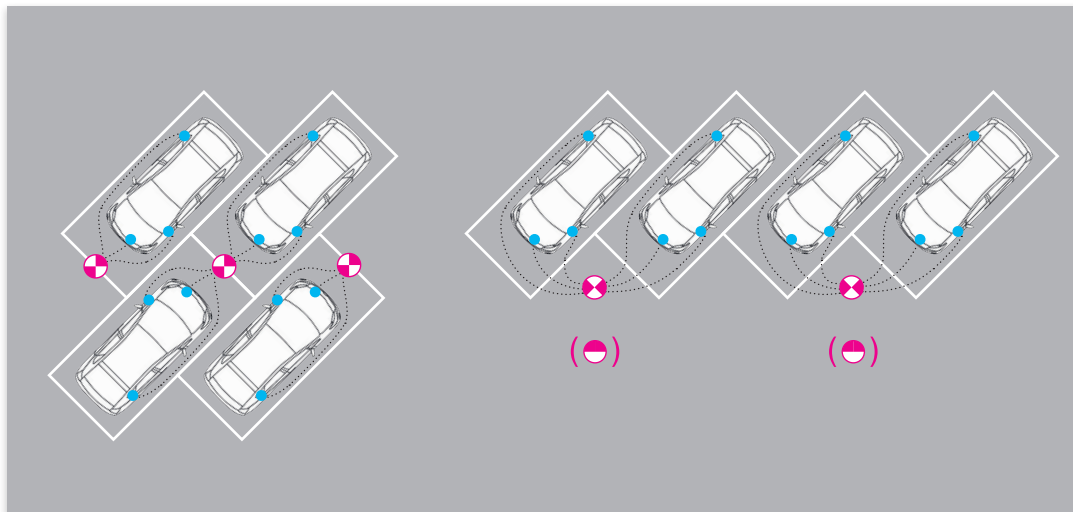
▼ Kuva 77 - Pitkittäispysäköinti: kahden vastakkaisen latauspistokkeen ratkaisu



▼ Kuva 78 - Vastakkainen vinopysäköinti



▼ Kuva 79 - Vinopysäköinti vastakkain ja yhdessä rivissä



2.4.15 MITOITUS

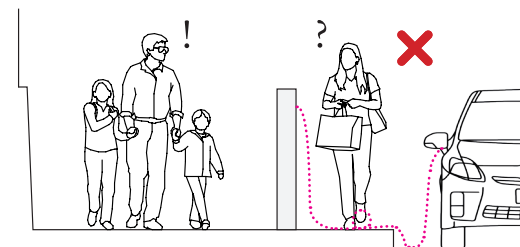
Latauspisteen mitoituksella on suuri merkitys sen käytettävyyteen sekä sitä ympäröivään katutilaan.

Latauspisteen tulee olla tarpeeksi korkea, jotta se on havaittavissa autojen takaa, korkeuden tulee olla noin 1400mm ja 1600mm välillä. Tätä korkeammat tuotteet voidaan helposti kokea näkyvyyttä rajoittavina kaupunkiympäristössä. (kuva 80)

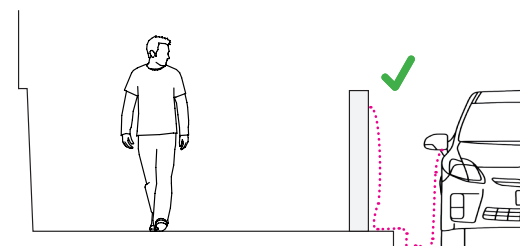
Latauspisteen mitoitus syvyys suunnassa kannattaa minimoida, jotta se veisi mahdollisimman vähän tilaa jalkakäytävältä. Tarkan asennuskohdan määrittely kadulla vaihtelee, mutta yleisesti voidaan sanoa, että latauspiste kannattaa asentaa mahdollisimman lähelle kadun ja tien välissä olevaa reunakiveä. Tällä ratkaisulla ei synny kulkureittiä ajoneuvon ja latauspisteen väliin, ja siten vältetään jalankulkijoiden latauskaapeliin kompastumisilta. (kuva 81-82)

Mitoitukseen vaikuttaa oleellisesti myös latauspisteeseen valittavat komponentit, pistorasiat, valaisimet ja niin edelleen.

▼ Kuva 80 - Autojen korkeus noin 1500mm



▲ Kuva 81 - Latauspisteen etäisyys kadun reunasta



▼ Kuva 82 - Uuden latauspisteen sijainti merkattuna katuun Oslissa



2.4.16 TALVIOLOSUHTEET

Jää ja lumi, kosteus, routa ja auraskalusto ovat ongelmia, joita Suomen talvioletuhteet tuovat sähköajoneuvojen latauspisteille. Pitkäikäisen ja toimivan latauspisteen takaamiseksi tulee jokainen näistä ongelmista tai häiriönaiheuttajista huomioida jo latauslaitetta suunniteltaessa.

Talvisaikaan latauspisteet jäävät auraskaluston rei-teillä, varsinkin jos latauspiste on asennettu ahtaalle kadulle. Lumikola-auto voi helposti viedä koko latauspisteen mukanaan tai ainakin vahingoittaa sitä, jos yhteentörmäys tapahtuu. Onneksi ongelman välttämiseen on olemassa erilaisia ratkaisuja. Latauspisteistä voidaan tehdä helposti havaittavia ja mahdollisimman vähän tilaa vieviä. Näkyvyyttä voidaan parantaa käyttämällä latauspisteessä valaistusta tai heijastinnauhaa. Myös latauspistettä mahdollisesti ympäröivät pollarit voivat estää osan onnettomuuksista. Lisäksi on järkevää tehdä latauspisteen rungon osista vaihdettavia, näin törmäyksen sattuessa ei jouduta välttämättä vaihtamaan koko latausyksikköä.

Talvella, auringon sulattamasta jäädä ja lumesta nouseva kosteus pyrkii pääsemään latauspisteen runkorakenteisiin. Enstolla latauspisteitä suunnittele-va projektipäällikkö Atte Mäittälä kuitenkin huomautti, ettei laitteista kannata tehdä täysin vedenpitäviä (esim. tiiviysluokka IP67), vaan ilman tulee päästä kiertämään laitteen läpi (esim. tiiviysluokka IP44). Ilmanvaihdon kannalta tuleekin huomioida Suomen talvioletuhteet ja sen tuomat jopa metrin korkuiset hanget. Latauspisteiden ilman sisä- ja ulosvientirei'itykset tulisikin sijoittaa yli mainitsemani korkeuden.

Suomessa maa on roudassa talven ajan. Tästä syystä latauspisteiden vaatimat kaapelivedot ja asennus-työt kannattaa tehdä kevät-, kesä- tai syysaikaan. Kylmyys vaikuttaa myös latauspisteen käyttöihin. Muotoilun avulla voidaan minimoida käyttäjien kuluttama aika latauspistettä operoitaessa. Lisäksi kaikki toiminnot, jotka tarvitsevat kädellä teke-mistä, pitäisi onnistua myös hansikkaat kädessä. Talvikäytettävyyttä voidaan parantaa myös hyvällä valaistuksella.

Lopuksi tulee varmistaa, että latauspiste toimii eri lämpötiloissa, niin kovissa pakkasissa kuin kesähel-teillä. Suomessa latauspisteiden tulisi olla käytettä-vissä lämpötilojen -30 °C ja +40 °C välillä.

▼ *Kuva 83 - Talvinen latauspiste, lumi kerääntyy ulkonevien osien päälle.*



► *Kuva 84 - Latauspisteitä Osllossa*

3. SUUNNITTELU

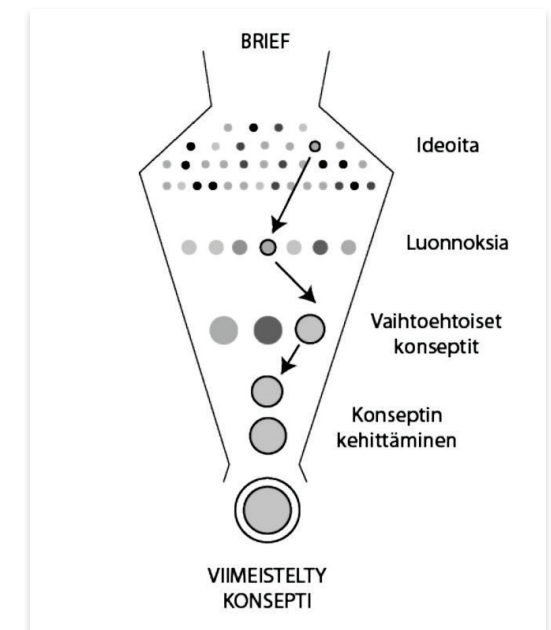
3.1 MUOTOILUN REUNAEDOT

Aloitin konseptoinnin jäsentämällä tutkimustulokset työstettävään muotoon. Toisin sanoen poimin tuloksista tärkeimmät havainnot, ja aloitin suunnittelun niiden pohjalta. Suurimpiin linjanvetoihin vaikuttavat asiat liittyivät yleensä mitoitukseen, käytettävyyteen, ominaisuuksiin, ympäristöystävällisyyteen ja valmistettavuuteen. Suunnittelun pääpaino on kuitenkin käyttäjälähtöisyydessä.

Konseptoinnin alussa ymmärsin, että ajallisesti minulla olisi resurssit tehdä vain yksi työstetympi ehdotus latauspisteestä. En nähnyt tätä kuitenkaan ongelmana, sillä uskoin pääseväni hyviin ratkaisuihin onnistuneen tutkimustyön ansiosta. Yleensä konseptointiprosessissa on tapana työstää useita vaihtoehtoja tuotteesta ja valita niistä paras jatkoon (kuva 85).

Etenin konseptoinnin läpi ensin määrittelemällä tuotteen tärkeimmät ominaisuudet, sen jälkeen mitoituksen ja lopuksi muotokielen. Voin todeta, että lähes kaikki muotoilulliset ratkaisut pohjautuvat tutkimusaineistoon. Tästä poikkeuksena ovat ne ratkaisut, jotka määräytyivät protomallin tekotavan mukaan. Tällaiset ratkaisut eivät kuitenkaan näy oleellisesti konseptin käytettävyydessä tai ulkonäössä.

Seuraavilla aukeamilla esitän luonnoskuvien, valokuvien ja piirustuksien avulla kuinka päädyin muotoiluun ohjaaviin reunaehtoihin tuotteen konseptointivaiheessa.



▲ Kuva 85 - Konseptointiprosessi

3.1.1 TOIMINNOT JA MITOITUS

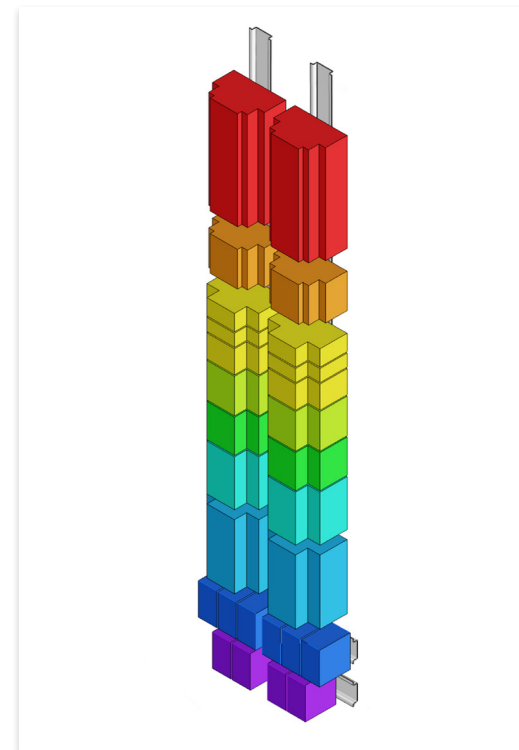
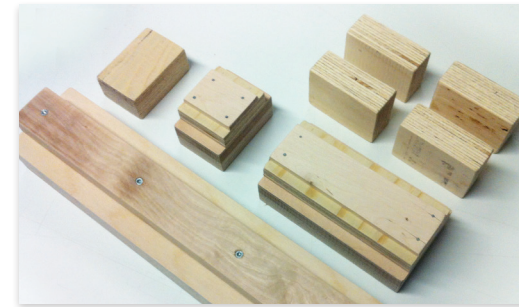
Päätin tehdä latauspisteestä kaksipuoleisen tutkimuksessa ilmenneiden seikkojen perusteella. Se tarkoittaisi sitä, että komponenttien määrä kaksinkertaistuisi latauslaitteessa. Hyötynä tässä vaihtoehdossa on tilan säästö katutilassa sekä materiaalin säästö kotelo- ja runkorakenteissa. Nämä edut taas alentaisivat tuotteen myyntihintaa, ja siten tuotteen kannattavuutta.

Tutkimustyön pohjalta valitsin latauspisteelle kaksi lataustapaa. Ajoneuvon lataus tulee onnistumaan käyttäen joko Type-F tai Type-2 pistokytöntä (kuva 86-87). Samaan ratkaisuun oli päädytty muun muassa Helsingin Energialla, viitaten käytössäni olevaan heidän laatimaansa hankintaohjelmaan. Tämän ratkaisun tarkoitus on mahdollistaa vanhojen ja tulevien sähköajoneuvojen lataus. Type-2 lataus tulee olemaan standardi EU:ssa. Lisäksi päädyin toimintojen rajauksessa latauspisteeseen, jossa ei olisi kiinteää latausjohtoa. Kiinteäjohtoiset latauspisteet eivät ole kannattavia, koska alalla ei ole yhtä ainoaa standardoitua pistoketyyppeä. Siten kiinteäjohtoiset latauspisteet sulkevat pois osan ladattavista sähköajoneuvoista.

Turvallisuuden takaamiseksi ja ilkivallan estämiseksi, tulee latausjohdottomassa latauspisteessä varmistaa, ettei käyttäjien kytkemien johtojen irrottaminen latauksen aikana ole mahdollista. Type-2 pistokytöntimen irrotus latauksen aikana voidaan estää sen pistorasiaan lisättävällä lukolla. Type-F pistorasiassa ei kuitenkaan ole vastaavanlaista lukitustapaa. Ratkaisuna ongelmaan on lukita Type-F pistotulppa esimerkiksi lukittavan luukun taakse. Tällainen ratkaisu on käytössä Enston EVC100 latauspisteessä (kuva 88). Kyseinen latauspiste on lisäksi



- ▲ Kuva 86 - Type-F pistorasia (sininen), yleisesti käytössä myös Schuko -nimikkeellä
- ▲ Kuva 87 - Type-2 pistorasia (musta)
- ▲ Kuva 88 - Ensto EVC100, jossa Type-2 ja Type-F pistorasiat.



- ▲ Kuva 89 - Enstolta saatujen tietojen pohjalta tehty piset komponentit mitoituksen avuksi
- ▲ Kuva 90 - 3D mallinnetut komponentit DIN-kiskoissa

si mitoitettu niin, että luukun taakse mahtuu myös Type-2:n pistokytöntä. Itse en nähnyt tarpeellisuutta saada Type-2 pistokytöntä lukituksi luukun taakse, koska se kasvattaa latauspisteen syvyyttä jopa 130mm. Tulin tulokseen, että konseptissani vain Type-F lukittuu luukun taakse ja Type-2 pistokytöntimen lukittamiseen riittää sen oma pistorasialukko.

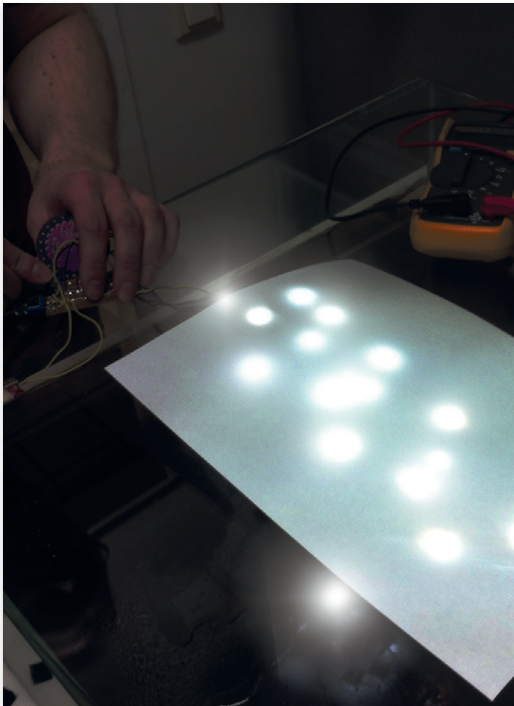
Koska käytin konseptissani samoja pistorasioita kuin Enston EVC100 -latauspisteessä, pystyin tarkistamaan niiden tarvitsemien sähkökomponenttien määrän ja mitoituksen laitteen valmistajalta (kuva 89). Sain heiltä myös neuvoja komponenttien kiinnitykseen ja suojaamiseen; sähkökomponentit ovat suunniteltu kiinnitettäväksi sähköalalla yleisesti käytettyyn DIN-kiskoon. Päätin käyttää samaista kiinnitystapaa myös omassa työssäni.

Sähkökomponenttien sijoitus oli viisainta tehdä kahteen pystysuuntaiseen asennuskiskoon, yksi kisko yhtä pistorasiaparia varten (kuva 90). Vierekkäin asennetut sähkökomponenttirivit olisi helpommin huollettavissa kuin vastakkain olevat. Komponenttien sijoitus muokkasi latauslaitetta selkeästi suorakaiteen malliseksi.

Kaksinkertaisen Type-2 ja Type-F latausmahdollisuuksien lisäksi latauslaite tarvitsisi käyttöliittymän ja valaistuksen. Suunnitelman tässä vaiheessa en kuitenkaan osannut hahmottaa, miten ne toteuttaisin. Oletin käyttöliittymän olevan noin älypuhelimien kokoinen säänkestävä näyttö, joka olisi sijoitettu silmänseläälle pistorasioiden lähettävyyteen. Valaistuksesta minulla ei vielä ollut muuta ideaa kuin, että haluaisin toteuttaa sen ohjelmoitavilla LED:illä. Ohjelmoitavuudella tuotteeseen saataisiin mielenkiintoinen, tuotteen ominaisuuksia tuke-

va valaistus. Opinnäytteen ohjaaja, Jussi Mikkonen oli työni alkuvaiheilla esittänyt minulle tämänkaltaisten ”elävien” LED:ien toimivuutta (kuva 91).

▼ Kuva 91 - ”Elävän” LED-valaistuksen kokeilua koulun elektroniikkastudiolla



Seuraavaksi päätin määrittää pistorasioiden ja oletetun käyttöliittymän korkeussijainnit. Määrittely onnistui helpoiten käyttäjätestin avulla (kuva 92). Testihenkilöinä minulla oli 1670 mm pitkä naishenkilö ja 1810 mm pitkä mieshenkilö. Pituudet ovat lähellä suomalaisten keskipituuksia (Wikipedia 2013A). Tuloksien pohjalta päädyin seuraavanlaisiin tuloksiin:

Pistorasian helppo käyttökorkeus seistessä:

naisilla korkeudessa 1000 mm - 1200 mm,

miehillä korkeudessa 1200 mm - 1600 mm

Käyttöliittymän helppo luettavuus seistessä:

naisilla korkeudessa 1150 mm - 1500 mm

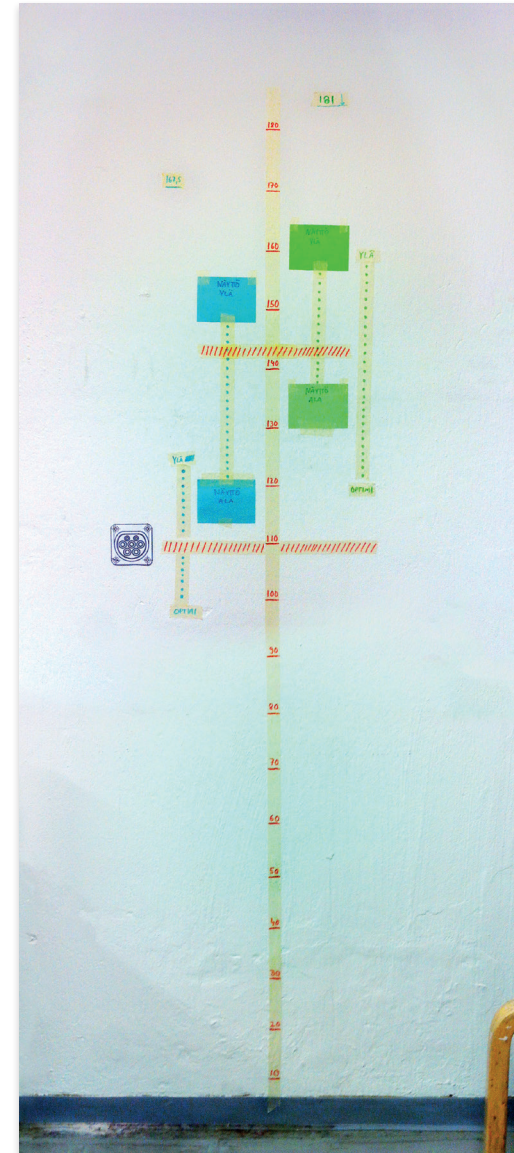
miehillä korkeudessa 1300 mm - 1600 mm

Yhteenvetona totesin, että käyttöliittymän tulee olla latauspisteessä noin 1400 mm korkeudessa, ja pistorasiat noin 1200 mm korkeudessa. En pitänyt mitoituksia kuitenkaan absoluuttisina. Esimerkiksi lyhytkasvuiset henkilöt vaatisivat alempia mitoituksia.

Seuraavaksi minun tuli asemoida pistorasiat oikeisiin sijainteihin. Lähtökohtaisesti ymmärsin, että niiden tulee olla päällekkäin; se seuraisi samaa logiikka sähkökomponenttien kanssa, eikä näin tekisi latauspisteestä leveämpää kuin oli tarve. Oikean ratkaisuun pääseminen vaati kuitenkin Type-F:n vaatiman luukun toimintaperiaatteen määrittelyn. Etsin ratkaisua, joka olisi helppo ja halpa valmistaa, mutta kestäisi kuitenkin kovaa kulutusta.

Luukkukartoituksen tehtyäni päädyin pystysuunnassa liukuvaan luukkuun. Sen parhaina puolina pidin erittäin yksinkertaista toimintatapaa, ja lisäksi sen voisi suunnitella painovoiman avulla itsestään sulkeutuvaksi, kuten kuvassa 93. Luukun toimintaperiaatteen ollessa selvillä pystyin toteamaan, että Type-F pistorasian tulee olla Type-2 pistorasian yläpuolella. Muuten luukku jäisi auki Type-2 pistokytimen ollessa kiinnitettyinä.

▼ Kuva 92 - Pistorasioiden ja käyttöliittymän korkeussijaintien testaus



Käyttöliittymän suhteen olin skeptinen. Olin koko ajan oletanut sen olevan digitaalinen näyttö, josta käyttäjä voi tarkistaa latauksen tason, hinnan, valita sähköyhtiön tai pyytää apua lataukseen. Ajatusmallini oli kuitenkin ristiriidassa tutkimustuloksiini. Käytettävyyssiosiossa olin pohtinut mahdollisimman yksinkertaista lataustoimintoa; siinä ei toistunut yksikään edellä mainituista tapahtumista. Päätinkin pyrkiä mahdollisimman yksinkertaiseen ja karsittuun lataustoimintoon: ei näyttöä, ei painettavia nappeja saati kuittitulostinta tai matkapuhelimella aktivoituvaa latausta. Ratkaisuni käyttöliittymälle olisi yksinkertaiset valaistut symbolit, jotka opastaisivat käyttäjät johdon kiinnittämiseen ja irrottamiseen – siitähän latauksessa on perimmiltään kyse.

Pistorasioiden sijoittamisen jälkeen oli luontevaa valita yksinkertaistetun käyttöliittymän sijainniksi

▼ Kuva 93 - Liukuva luukulla ja Type-2 pistorasialla varustettu latauspiste



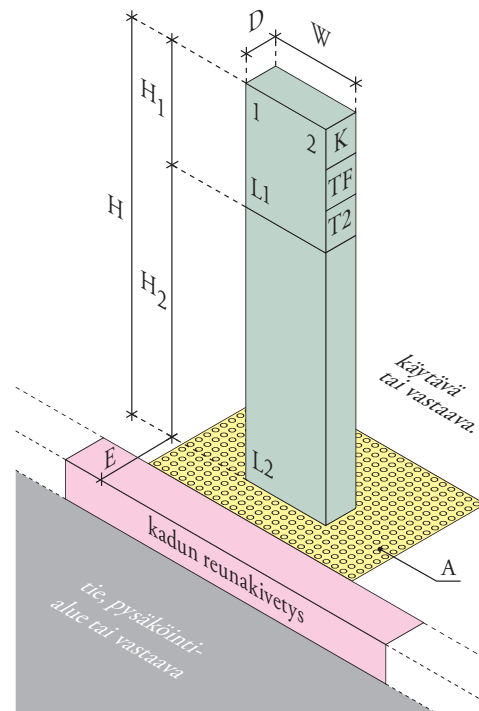
pistorasioiden yläpuoleinen tila. Kun käyttöliittymä ei tukeutunut digitaaliseen näyttöön, pystyin pienentämään sen hyvin pieneen tilaan. Käyttöliittymän ollessa pistorasioiden lähettävyydessä sen käyttö olisi helppoa. Sijoitus pistorasioiden yläpuolelle oli myös linjassa käyttäjätiestin kanssa.

Viimeistelläkseeni reunaehdot tuli minun vielä määrittellä latauspisteen päämitat ja valaistus. Päämitat tulivat tutkimusosion tuloksista. Latauspisteen tuli olla mahdollisimman kapea ahtaita katuja ajatellen, mutta se tuli kuitenkin saada tukevasti kiinnitettyä maahan. Tarkistamalla komponenttien tilantarpeen ja kiinnityksen vaativan mitoituksen sain latauspisteen leveydeksi 320 mm ja syvyydeksi 120 mm. Näiden mittojen puitteissa latauspisteen kiinnitys onnistuisi tukevasti betonianturasta maanpinnan yläpuolelle nouseviin kierretankoihin. Vastaavanlainen kiinnitystapa on usein käytössä ulkokalusteiden kiinteissä asennuksissa. Tutkimusvaiheessa tuli vastaan useita esimerkkejä, joissa latauspisteiden asennus oli tehty vastaavanlaisesti.

Latauspisteen korkeus määrittyi käyttöliittymän sijoituksen mukaan noin 1500 mm korkuiseksi. Tarkistin kaikki mainitut mitat yksinkertaisen pahvimallin avulla (kuva 95). Tulos oli hyvä, mutta päätin madaltaa laitetta 1450 mm:iin, jotta mitoitus olisi sopusuhtaisempi. Lisäksi jaoin latauspisteen ylä- ja alaosaan. Siten latauspisteen kokoaminen, huoltaminen ja valmistaminen olisivat helpompaa. Valaistuksen suhteen en päässyt eteenpäin järjeilemällä, vaan päätin jatkaa sen ideointia luonnostelemalla ja tutkimalla olemassa olevia vaihtoehtoja.

Tässä vaiheessa valintani näyttivät kuvan 94 mukaiselta. Kuvassa näkyy myös luonnostelma esteetömyyssosiossa esille nousseesta erotusalueesta.

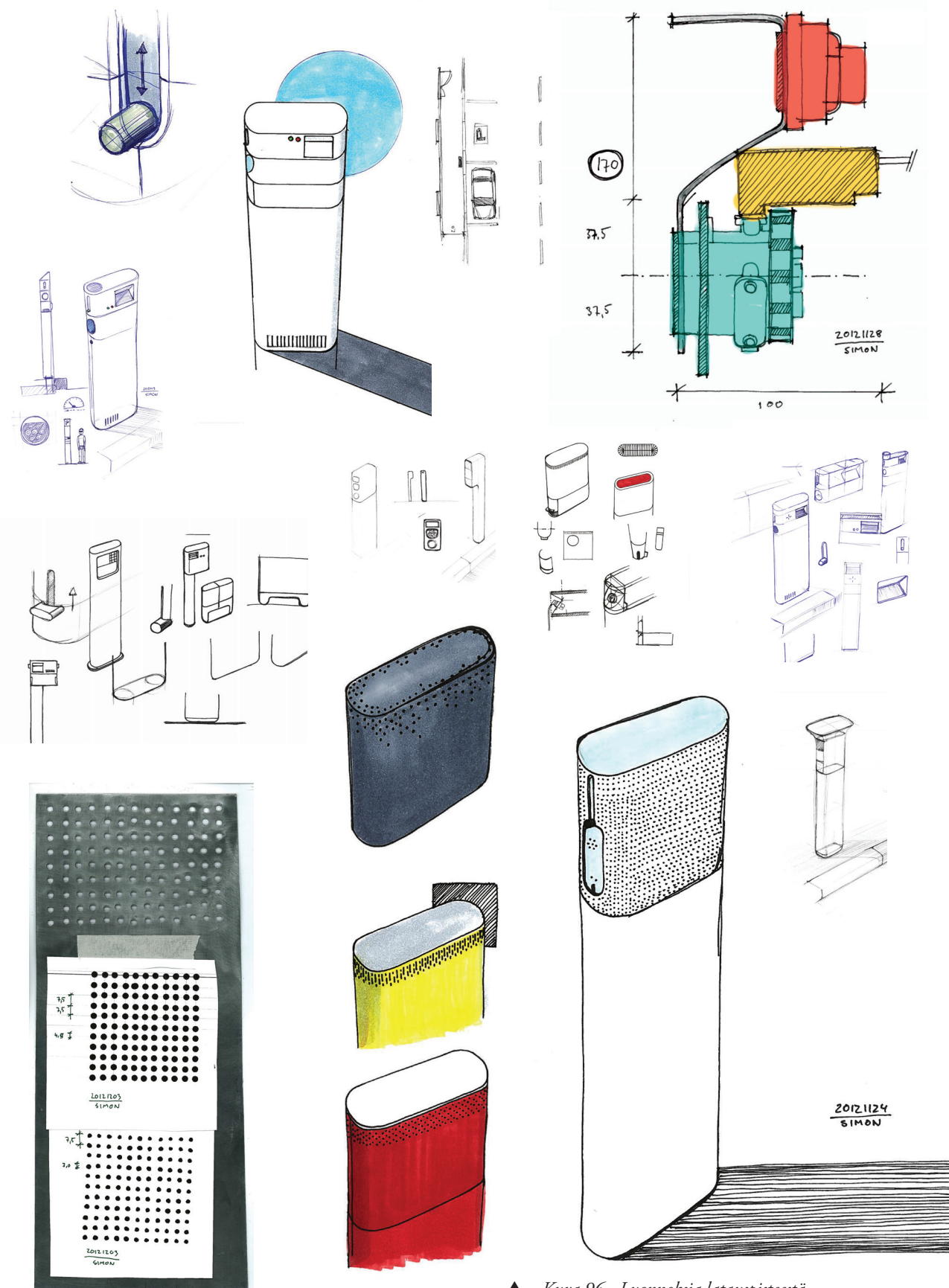
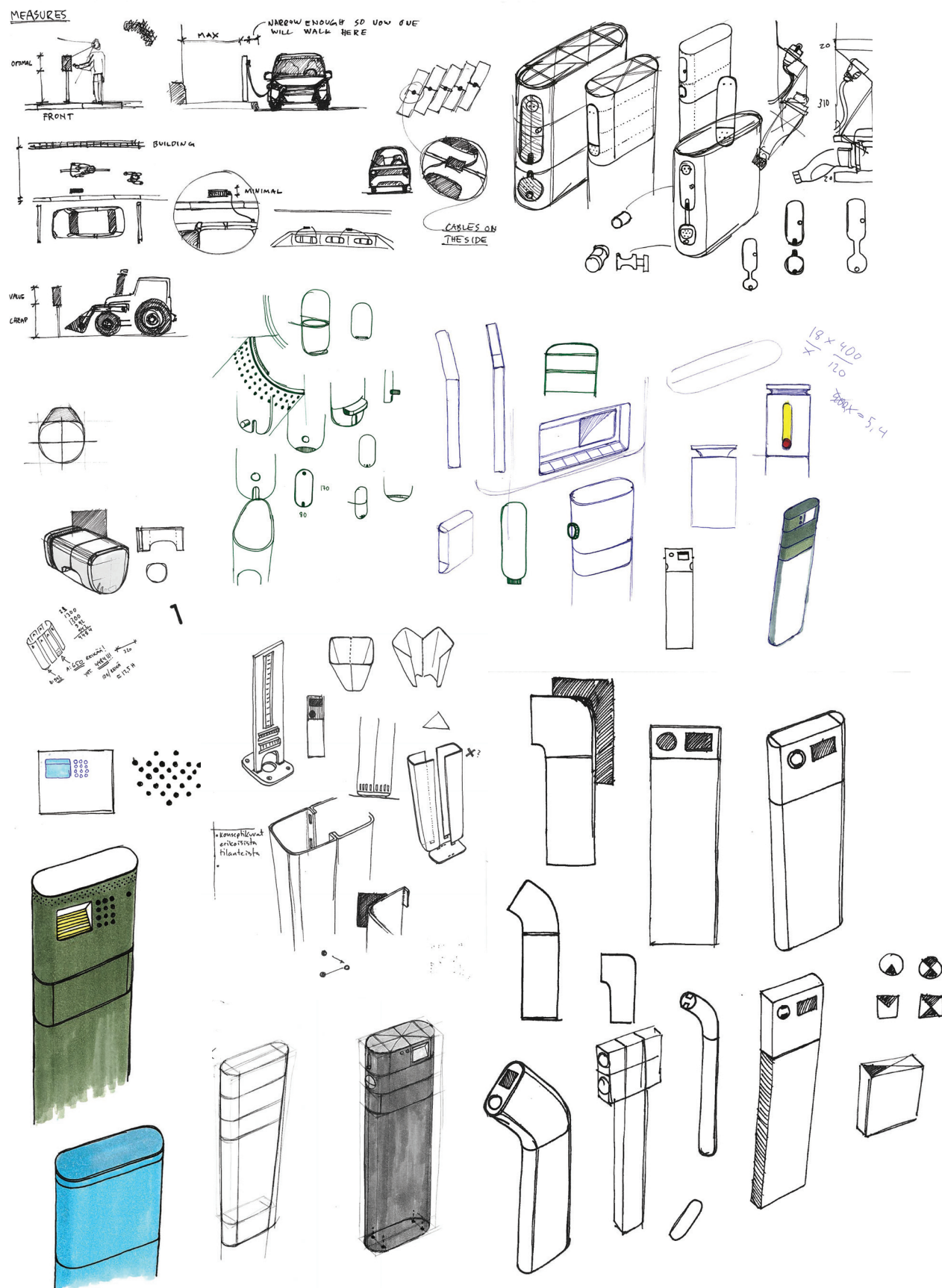
- 1: Latauspuoli-1
- 2: Latauspuoli-2
- D: 120 mm
- W: 330 mm
- H: 1440 mm
- H₁: ~400 mm
- H₂: ~1050 mm
- E: ~300 mm
- K: Käyttöliittymä
- TF: Type-F (Schuko)
- T2: Type-2
- A: Erottelualue
- L1: Latauspisteen yläosa
- L2: Latauspisteen alaosa



▲ Kuva 94 - Muotoilulliset reunaehdot



► Kuva 95 - Pahvimalli mitoituksen hyväksymistä varten





Kuva 97



Kuva 98



Kuva 99

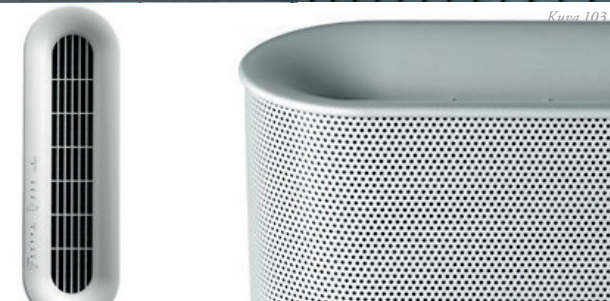
Kuva 100



Kuva 101



Kuva 102



Kuva 103



Kuva 104



Kuva 105



Kuva 106



Kuva 107

Kuva 108



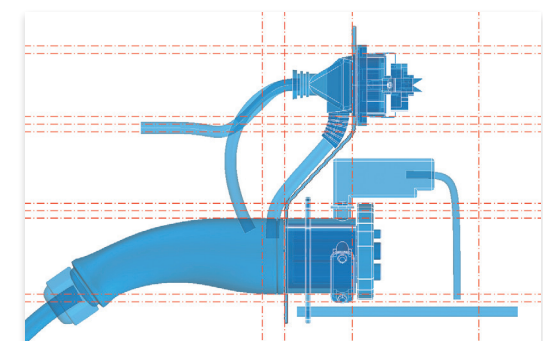
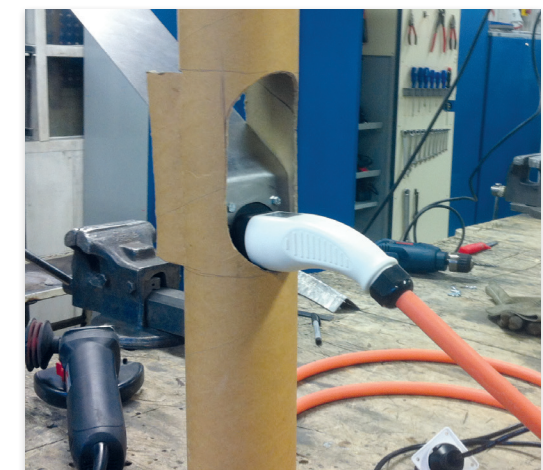
3.1.2 LUONNOSVAIHE

Saatuani reunaehdot tehtyä oli aika siirtyä tarkentamaan ideoitani. Ensimmäinen linjanvetoni oli saada laitteeseen siroutta, uskottavuutta ja houkuttelevuutta, en halunnut latauspisteen olevan tylsän laatikkomainen - kuten kuvassa 94. Tein avukseni mielikuvakollaasin eli kuvasommitelman asioista, jotka kuvastivat mielestäni sopivaa muotokieltä latauspisteelle (kuva 97-108). Useissa kollaasin kuvissa toistui pyöreys, jonka voi helposti mieltää ystävälliseksi ja keveäksi muodoksi. Lisäksi kaikki esimerkit olivat yksinkertaisia ja helposti ymmärrettäviä.

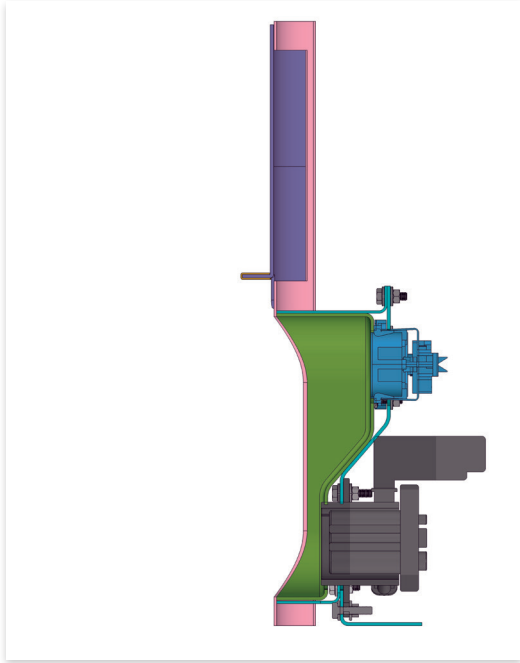
Sain samaa henkeä latauspisteeseeni keventämällä latauspisteen alaosa ja sivuja isoilla pyörityksillä. Ne toivat lisäksi jäykkyyttä latauspisteen rakenteeseen. Väritykseltään kollaasissa oli harmaan eri värejä muutamalla korosteväriä, kuten punaisella tai keltaisella. Mielestäni ne sopivat hyvin kaupunkiympäristöön. Kollaasista oli muodonannon ja värimaailman lisäksi hyötyä valaistuksen luonnostelussa. Muutamaksi kollaasin kuvaksi oli päätyntä tuotteita, joissa oli mielenkiintoisia perforointeja. Halusin kokeilla jotain samantyyppistä ideaa valaistukselle latauspisteeni yläosassa. Päädyin tulokseen, että konseptointi vaiheessa olisi viisasta perforoida koko ylä-osan pinta-ala, ja käyttää sitä eräänlaisena testialustana tuleville valaistuskokeille. Protonmallin valmistuttua voisin yksinkertaisesti teipata perforoinnista reikiä umpeen, ja sitä kautta löytää mielenkiintoisia valaistusratkaisuja.

Seuraavaksi tutkin pyöristetyn runkoprofilin vaikutusta pistorasioiden luukulle. Puhvimallin avulla pystyin toteamaan, että ajatus oli toimiva (kuva 109). Lisäksi tarkensin luukun ja pistorasioiden toimintatapaa ja kiinnitystä 3D-mallinnuksen avulla (kuva

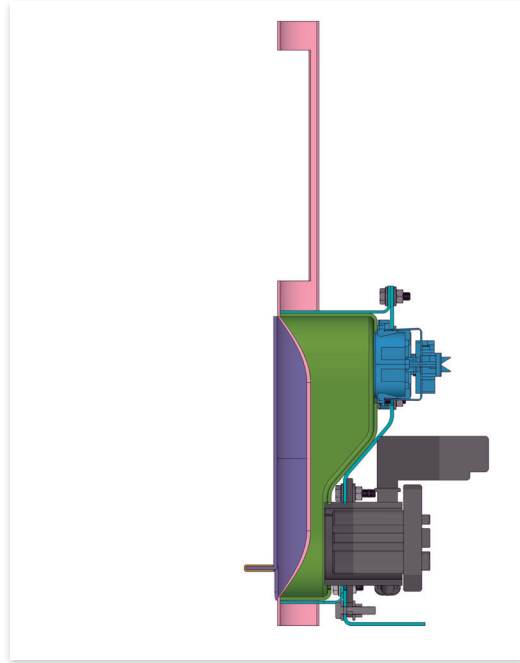
110-118). Mallinnuksesta selvisi myös kuinka paljon tyhjää tilaa jäi latauspisteen yläosaan. Valaistuksen teko suurena perforoituna pintana olisi hyvinkin mahdollista, koska LED:ien tarvitsemaa tilaa oli niin paljon.



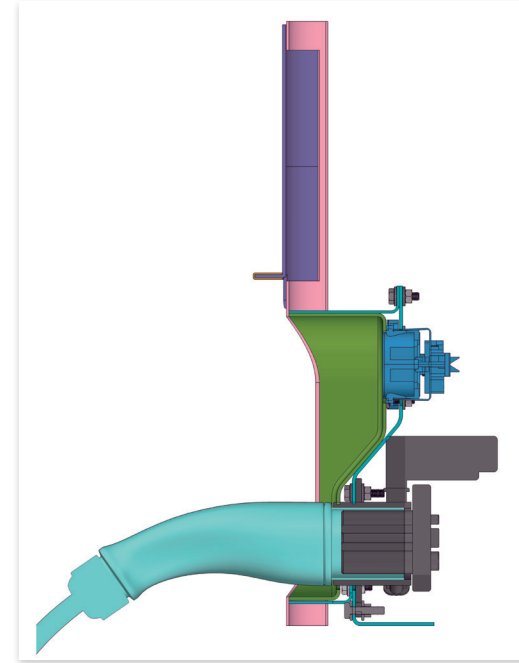
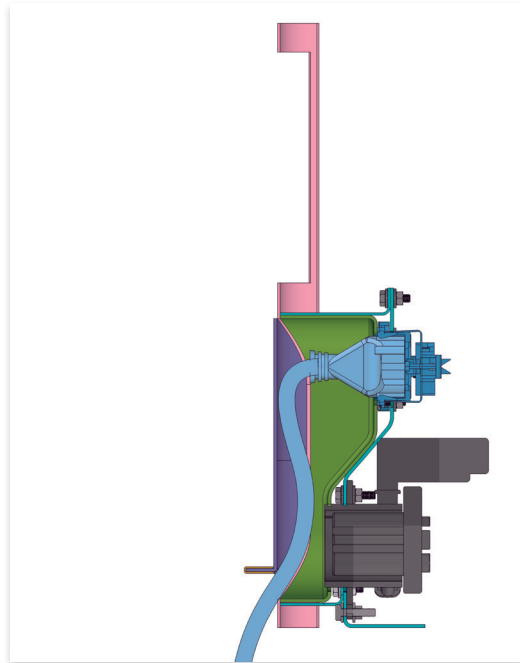
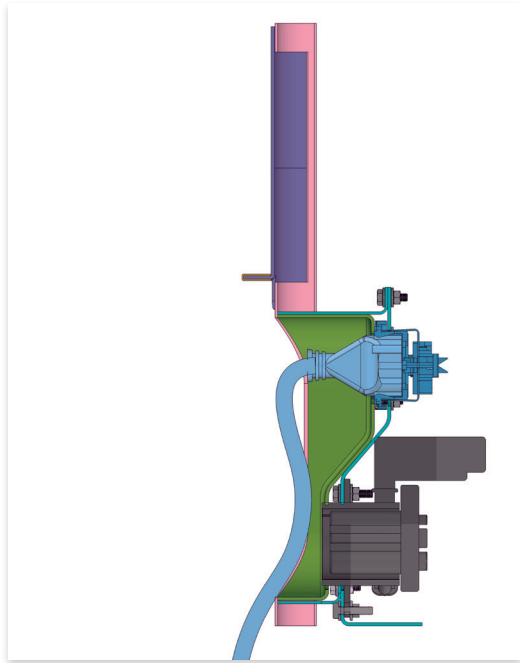
- ▲ Kuva 109 - Puhvimalli pistorasioiden tarkistusmitoitusta varten
- ▲ Kuva 110 - Alustava 3D-mallinnos pistorasioiden kotelosta



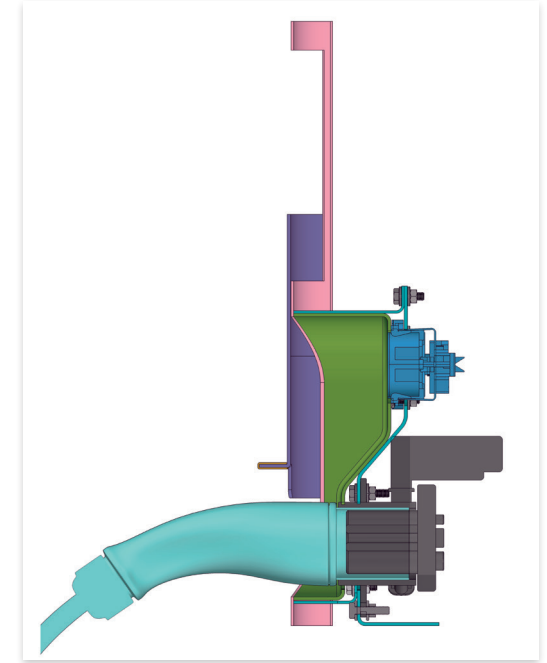
▲ Kuva 111 - Pistorasioiden luukku auki
▼ Kuva 112 - Type-F (suoralla johdolla), luukku auki



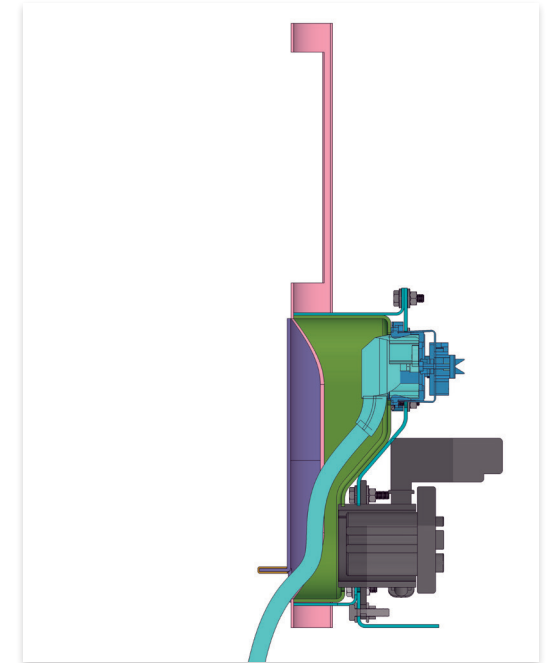
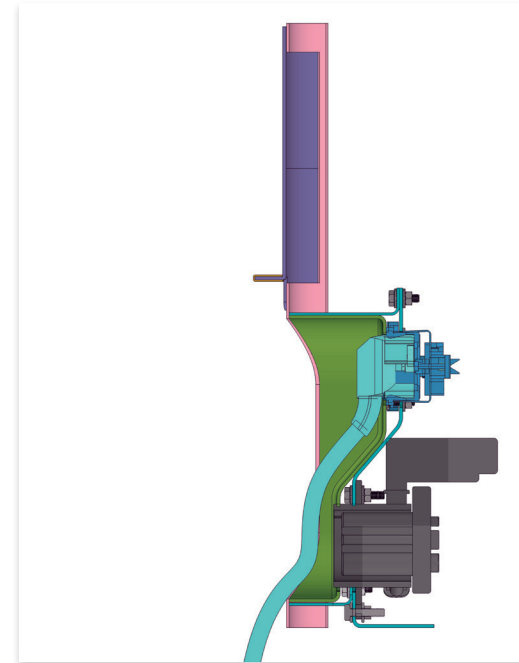
▲ Kuva 113 - Pistorasioiden luukku kiinni
▼ Kuva 114 - Type-F (suoralla johdolla), luukku kiinni



▲ Kuva 115 - Type-2, luukku auki
▼ Kuva 116 - Type-F (sivuttaisella johdolla), luukku auki



▲ Kuva 117 - Type-2, luukku osittain kiinni
▼ Kuva 118 - Type-F (sivuttaisella johdolla), luukku kiinni



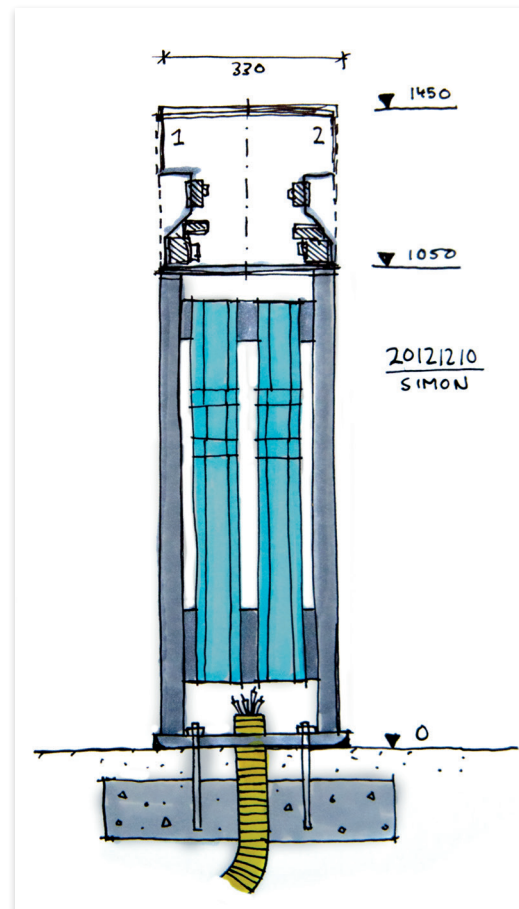
Jatkoin luonnostelua tutkimalla alaosan runkoratkaisua, ja kuinka yläosa kiinnittyy siihen. Päädyin tulokseen, että teen rungon mahdollisimman yksinkertaisella tavalla: suorakaideputkea hitsattuna särmätyyn teräslevyyn, johon kiinnitän DIN-kiskot pulteilla (kuva 119). Jatkoin samaa logiikkaa yläosan suhteen. Halusin tehdä mahdollisimman monet kappaleet pultti-mutteri kiinnityksellä, jotta kokoaminen ja purkaminen olisi helppoa ja nopeaa. Arvelin, että joutuisin purkamaan ja kokoamaan protomallia useita kertoja käyttöliittymän suunnittelu- ja asennusvaiheessa. Rungon luonnostelun jälkeen oli jäljellä enää käyttöliittymän hahmottaminen. Päätin kuitenkin jatkaa sen suunnittelua konseptin tarkentuessa.

Tähän asti olin pitänyt muutokielen hyvin minimalistisena, sillä en halunnut että se olisi liikaa paikkaan tai aikaan sidottu. Lisäksi tuote oli luonnosvaiheessa myös rakenteeltaan minimalistinen (kuva 120). Jouduin koko luonnosteluvaiheen ajan miettimään, mitä ratkaisuja pystyisin itse konkretisoimaan protomallin rakennusvaiheessa. Kaikki muotoilulliset valinnat kävivät läpi eräänlaisen ”valmistettavuus koulun metallipajalla” -suodattimen. Esimerkiksi latauspisteen alaosan korkeudeksi olin reunaehdoissa määritellyt 1050 mm. Mitta oli kuitenkin 50 mm enemmän kuin mitä koulun laitteella pystyi metallilevyä mankeloimaan. Tästä syystä latauspisteestäni tuli 50 mm suunniteltua matalampi.

Valmistusteknillisesti tiesin kuitenkin, että ongelmat oli helposti ratkaistavissa. Olin luonnosvaiheen aikana pitänyt lopullista tuotetta joko teräksestä särmäämällä, taivuttamalla ja hitsaamalla valmistettuna tai sitten alumiinista, pääosin pursotettuna, valmistettuna. Pidin järkevänä ajatusta, että tuot-

teen metalliosat pystyisivät valmistamaan yksi ja ainoa yritys – en halunnut sekoittaa turhaan erilaisia valmistusmenetelmiä keskenään näin yksinkertaisessa tuotteessa. Pitkät alihankintaketjut vaikeuttaisivat turhaan tuotteen valmistettavuutta.

▼ Kuva 119 - Luonnos rungon rakenteesta ja maahan kiinnityksestä



▼ Kuva 120 - Luonnos latauspisteestä

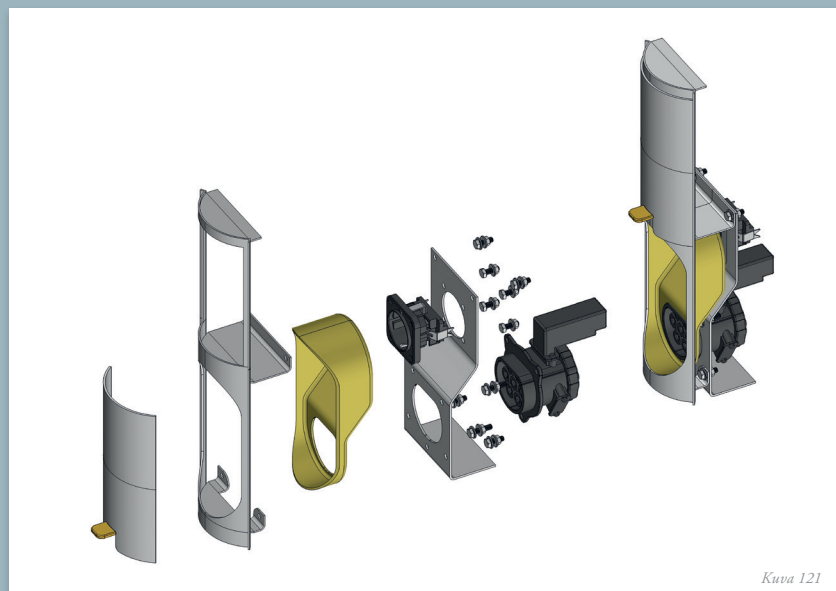


3.2 KONSEPTIN TARKENNUS

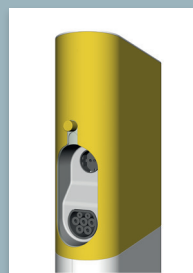
► Tässä luvussa kerron luonnostason suunnitelmien tarkentumisesta sille tasolle, mitä protomallin rakentaminen vaatii. Luonnollinen tapa siirtyä luonnosvaiheesta detaljitasolle on tehdä suunnitelmat CAD-ohjelmaa käyttäen. Minulle helpoin väline siihen oli Rhinoceros 3D-mallinnusohjelma. Tein koko latauspisteen mallintamalla. Samaisesta mallista sain myös tiedostot 3D-tulostettavia muoviosia varten sekä piirustukset metalli- ja puupajaa varten. Laserleikkausta varten tein 2D-piirustukset AutoCAD -piirustusohjelmalla. Esityskuvien tekoon käytin 3DS Max -mallinnusohjelmaa ja V-Ray -renderöintisovellusta.

3.2.1 SUUNNITELMIEN TARKENNUS

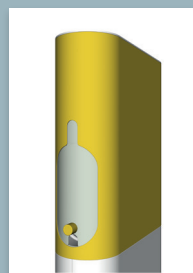
Aloitin luonnosvaiheen suunnitelmien tarkentamisen viimeistelemällä pistorasioiden luukku- ja kotelointiratkaisun. Luonnosvaiheessa tekemäni mitoitukset pistorasioille oli hyvä sellaisenaan (Kuva 110). Tein mittojen pohjalta mallinnuksen pistorasioiden muoviselle kotelolle, ja sen tulostaisin myöhemmässä vaiheessa 3D-tulostimella. Kotelon jälkeen suunnittelin teräslevystä pokattavan tuen ja luukun liukukiskon, jonka pistorasiakotelon kiinnitys vaatisi (kuva 121-126). Ratkaisusta tuli aika monimutkainen, mutta en keksinyt ”helpompaa” tapaa, jolla sen voisin itse valmistaa. Tuotteena pistorasioiden kotelo olisi järkevää toteuttaa esimerkiksi ruiskuvalukappaleena. Suunnittelin myös erilaisia vaihtoehtoja luukun vetimelle ja Type-F johdon läpivientireiälle.



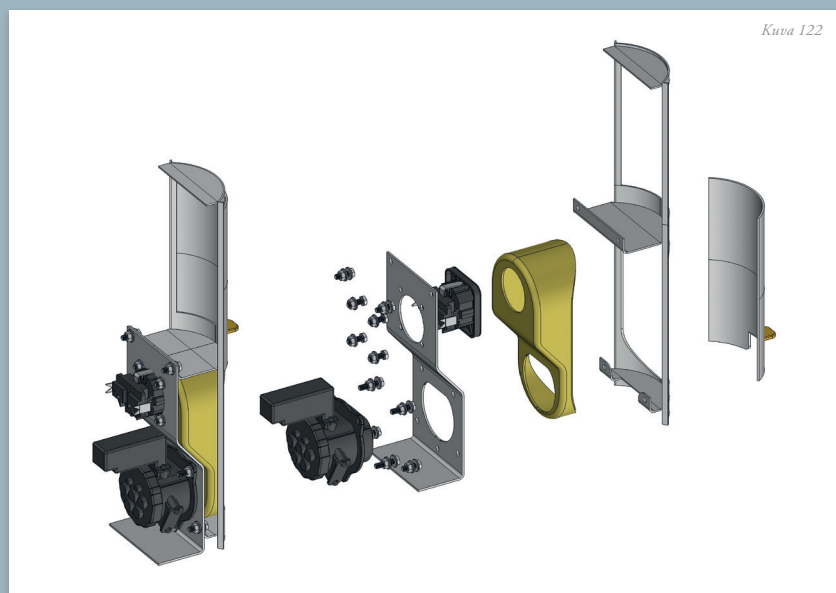
Kuva 121



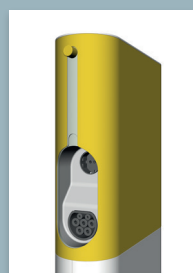
Kuva 123



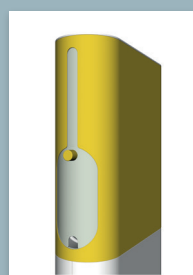
Kuva 124



Kuva 122



Kuva 125



Kuva 126

Jatkoin suunnitelmia kuvan 123-124 mukaisella idealla, koska se jätti eniten tilaa käyttöliittymälle pistorasioiden yläpuolelle. Luukun tekisin alumiinista, ja sen vetimen valmistaisin pistorasioiden kotelon tapaan 3D-tulostimella.

Pistorasioiden kiinnityksen ja luukun toiminnan suhteen olisin halunnut päästä ratkaisuihin, jotka olisivat olleet yksinkertaisempia ja selkeämpiä. Aika-
taulullisesti oli kuitenkin jatkettava eteenpäin.

Latauspisteen yläosassa halusin toteuttaa koko sivupintojen kattavan perforoinnin. Suunnittelin erilaisia vaihtoehtoja perforoinnille ja kokeilin niitä 3D-mallissa (Kuva 129-132). Päädyin vaihtoehtoon, jossa yläosa rei'itettäisiin neliöjaolla 7,5 mm x 7,5 mm, reikäkoolla 3 mm. Tein latauspisteen rei'itetyistä osasta levityskuvan, jonka pohjalta teettäisin laserleikatun levyn (kuva 128). Pistorasioiden yläpuolelle jätin tyhjää tilaa käyttöliittymää varten. Päätin, että siihen tilaan mahtuisi käyttöliittymä, joka olisi maksimissaan 120 mm x 20 mm x 5 mm. Tätä pidemmälle en suunnitellut käyttöliittymää tässä vaiheessa. Sen viimeistelyn tekisin mallintamisen jälkeen.

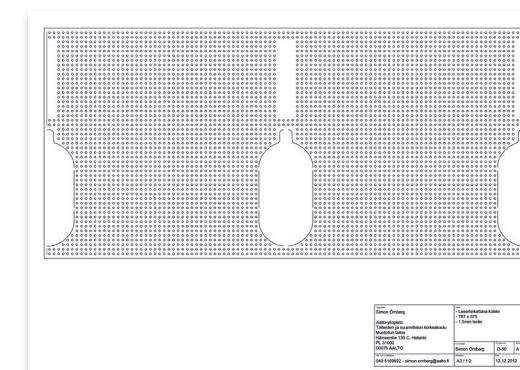
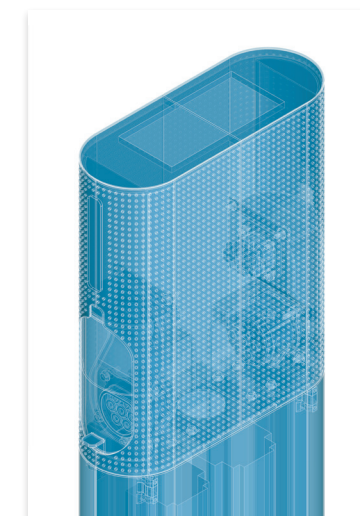
Seuraavaksi tein rungon suunnitelmat valmiiksi. Luonnosvaiheessa miettimäni suorakaideputket olivat edelleen hyvä vaihtoehto rungon kantavaksi rakenteeksi. Pohjaan mallinsin umpiteräksisen kappaleen, johon runko kiinnittyisi. Pohjakappale kiinnittyisi betonianturasta ylösnouseviin kierretankoihin. Lisäsin pohjakappaleeseen pienet metallilaput, joihin latauspisteen sivuseinien alaosat kiinnittyisivät. En kuitenkaan osannut mallintamalla ratkaista miten sivuseinät kiinnittyisivät runkoon yläreunasta. Päätin jättää asian ratkaistavaksi protomallin rakennusvaiheessa. Viimeiseksi mallinsin la-

tauspisteelle kannen. Kannen tekisin luukun tapaan alumiinilevystä.

Latauspisteen 3D-mallinnus oli valmis. Tein mallista 2D-tulosteet, joiden avulla pystyisin valmistamaan mallin metallipajalla.

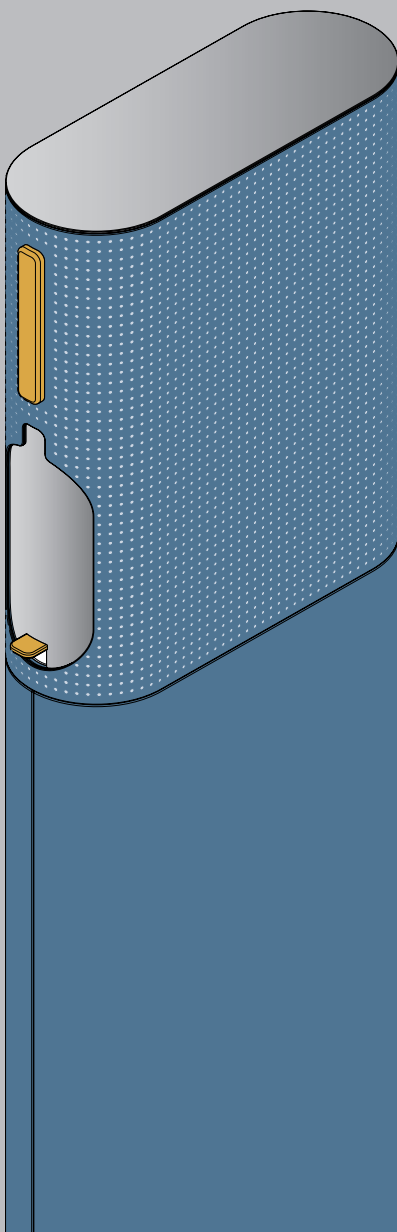
▼ Kuva 127 - Latauspisteen yläosan haamukuva

▼ Kuva 128 - Levityskuva

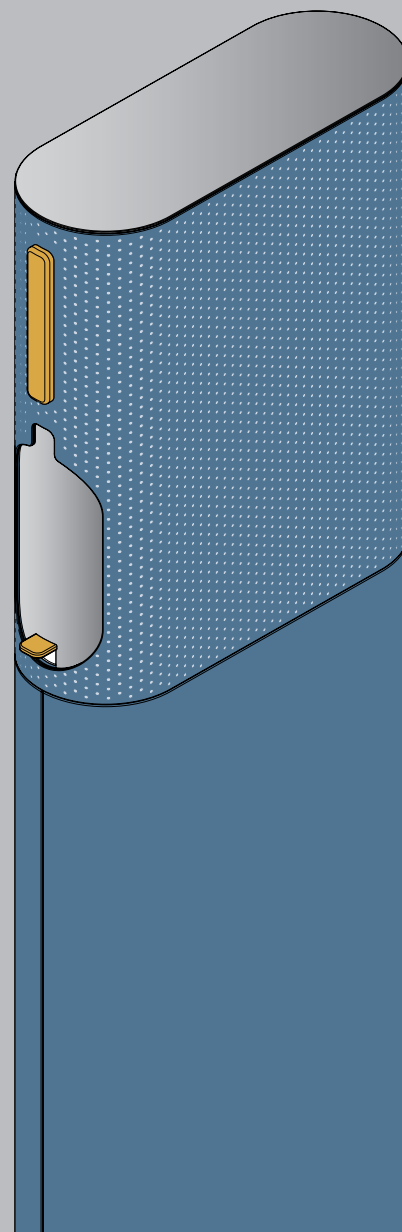




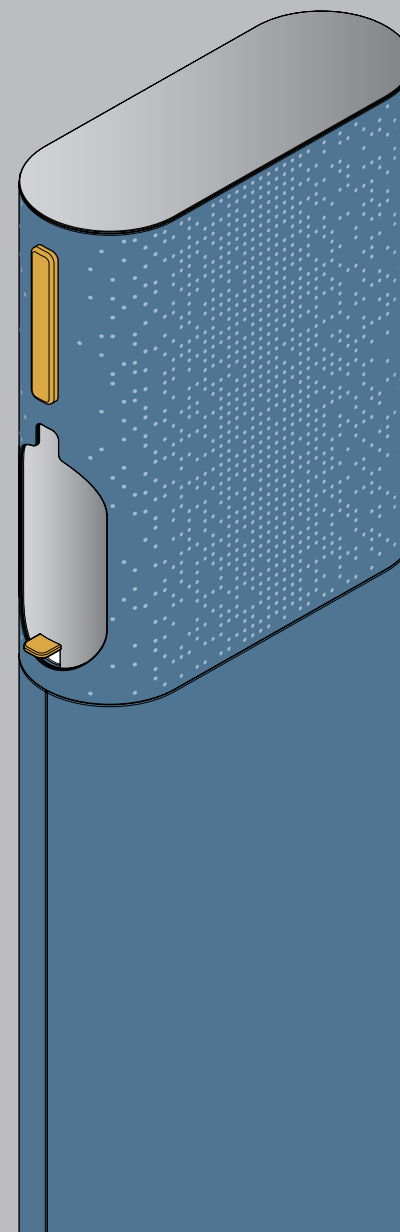
▼ Kuva 129 - Luonnon latauspisteen perforoinnista neliöjaolla



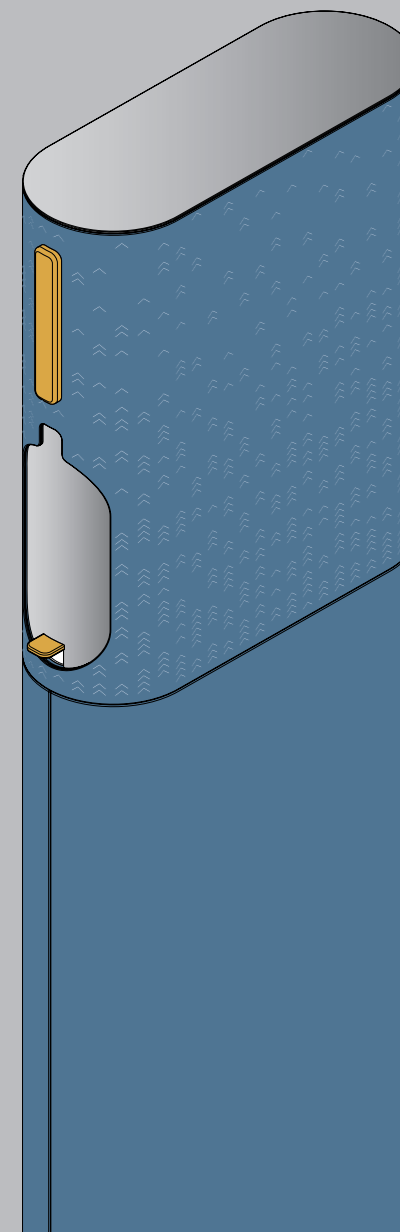
▼ Kuva 130 - Luonnon latauspisteen perforoinnista kolmiojaolla



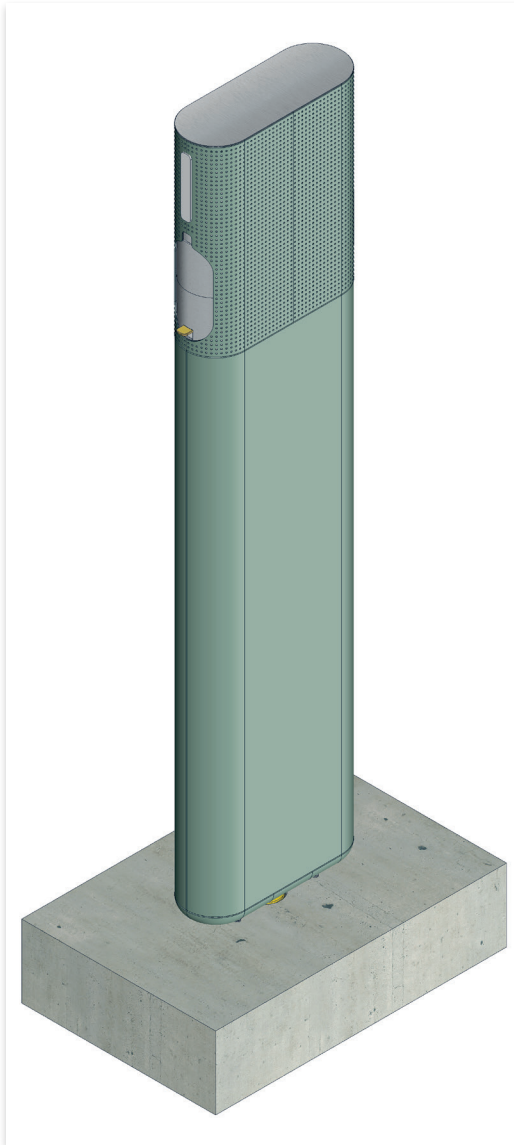
▼ Kuva 131 - Luonnon latauspisteen perforoinnista liukavalla satunnaisjaolla



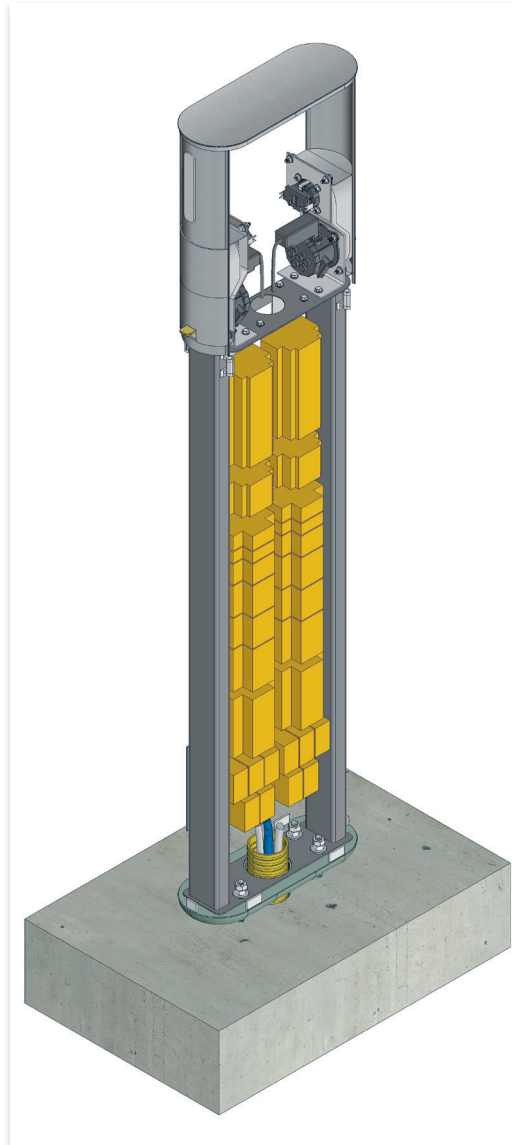
▼ Kuva 132 - Luonnon latauspisteen perforoinnista kuviollisella satunnaisjaolla



▼ Kuva 133 - 3D-mallinnus latauspisteestä



▼ Kuva 134 - Käyttöliittymä ja valaistus puuttuivat vielä suunnitelmista



3.2.2 KÄYTTÖLIITTYMÄ JA VALAISTUS

Minulla ei ollut aikaisempaa kokemusta käyttöliittymäsuunnittelusta, joten aloitin suunnittelun selvittämällä aluksi miten prosessi yleensä etenee. Sain ongelmaan apua opinnäytteeni ohjaajalta Jussi Mikkoselta. Hän opasti hahmottamaan käyttökokemuksen eri tilat tapahtumaketjuksi, joka alkaa, tapahtuu, loppuu ja alkaa taas alusta; ja jatkuu siten loputtomiin.

Tein ohjeen pohjalta latauspisteeni käyttöskenaariot, jotka jakautui seuraaviin tiloihin:

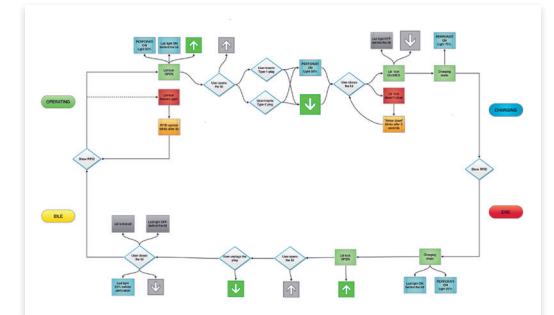
1. Idle (seisontatila)
2. Operating (käyttötila)
3. Charging (lataustila)
4. Ending (latauksen lopetus -tila)

Protomallia ajatellen pidin käyttöliittymän hyvin yksinkertaisena. Siinä ei esimerkiksi oteta kantaa siihen, miten käyttäjä saa laskun ja kuittauksen, miten käyttäjä valitsee sähköyhtiön, jolta lataus tilataan, miten käyttäjälle ilmoitetaan, kun lataus on valmistunut ja niin edelleen. Olin kuitenkin tutkimusvaiheessa todennut, että toimintoja tulisi minimoida latauspisteen luona, joten en nähnyt niiden puuttumista suunnitelmistani kovinkaan suurena ongelma. Olisin halunnut paneutua mainitsemiini käyttöliittymän toimintatapoihin syvemmin, mutta aikataulullisesti siihen ei riittänyt resursseja.

Seuraavaksi tuli selvittää neljän mainitsemani käyttötilan eri toimintavaiheet, mitä kaikkea voi tai pitää tapahtua vaiheiden aikana ja niiden välissä. Toimin-

tavaiheiden jaksotus perustuvat RFID -tunnistautumistapaan – se oli mielestäni käyttötarkoitukseensa käyttäjäystävällisin ja yksinkertainen menetelmä. Käyttöliittymäluonnoksen tuloksista pystyin hahmottamaan, mitä toimintavaiheita lataustapahtumassa olisi, mitä toimintavaiheita tarvitsi opastaa ja miten opastus tehtäisiin (kuva 135).

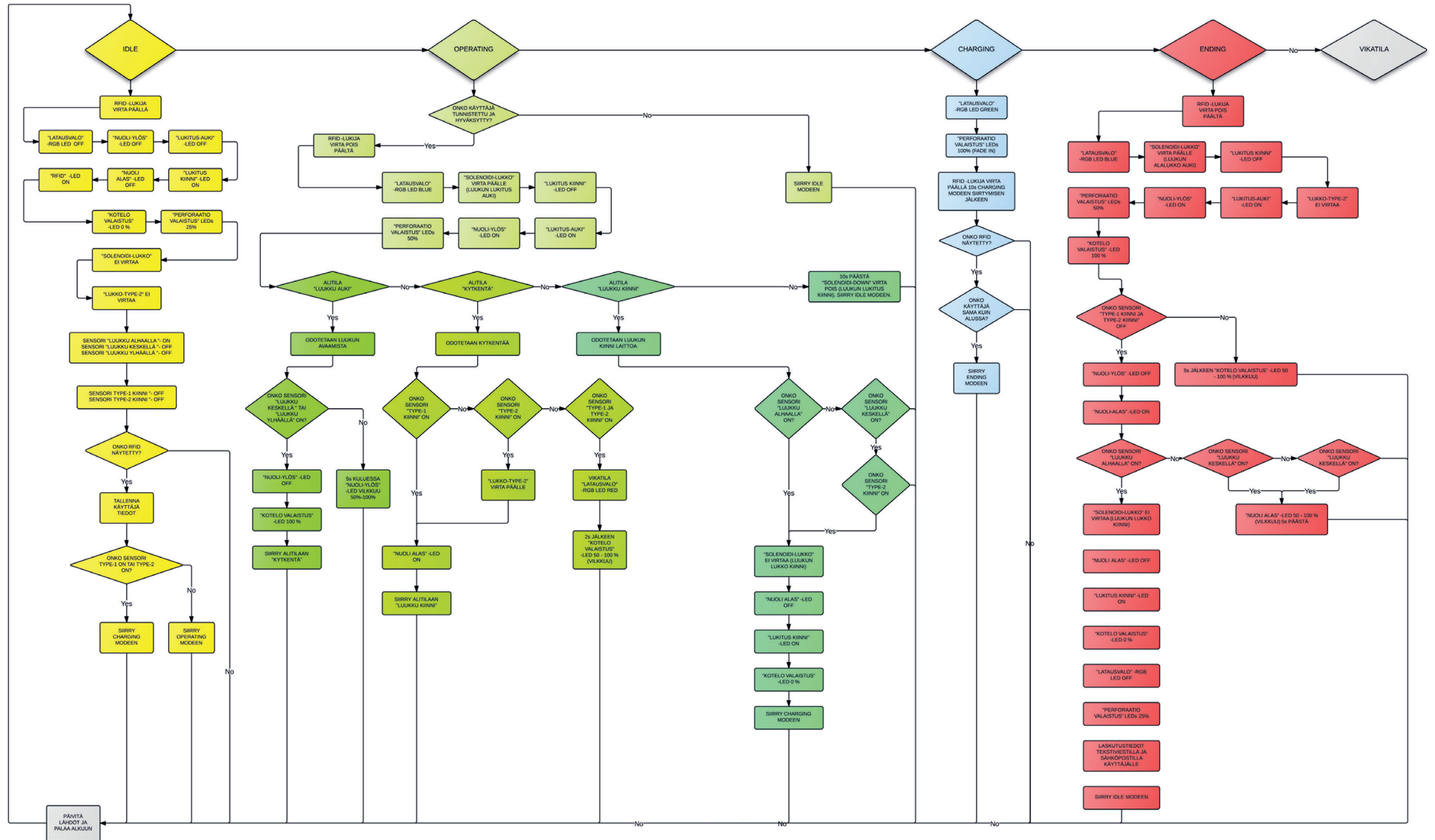
▼ Kuva 135 - Käyttöliittymän toimintavaiheiden luonnos



Käyttöliittymäluonnoksen valmistuttua tarkistin sen toimivuuden Jussi Mikkosen kanssa. Hän teki siihen korjauksia ja neuvoi kuinka jatkaa eteenpäin. Seuraava vaihe oli tehdä luonnoksesta yksityiskohtainen suunnitelma, jossa pienimmätkin toimenpiteet ja virhetilat on huomioitu. Suunnitelman pohjalta voisin hankkia tarvittavat elektroniikkakomponentit toteutusta varten. Sen pohjalta tehtäisiin myös käyttöliittymän mikrokontrollerin käyttämä koodi C-ohjelmointikielellä.

Seuraavalla aukeamalla on viimeisin revisioni käyttöliittymästä (kuva 136). Se muokkautui useita kertoja opinnäyteohjauksen aikana. Käyttöliittymää luetaan vasemmalta oikealle, aina yksi käyttötila kerrallaan.

▼ Kuva 136 - Käyttöliittymäsuunnitelmien viimeisin versio



Käyttöliittymäsuunnittelusta esille nousseita asioita oli esimerkiksi perforointivalaistuksen jakaminen kahtia latauspuolien kesken, valaistuksen lisääminen pistorasioiden koteloon, lukon lisääminen luukulle protomalliin sekä piktogrammien määrä ja symboliikka.

Oli selvää, että perforointivalaistus oli kaikkein näkyvin ominaisuus käyttöliittymässä. Sen avulla pystyisinkin kertomaan sähköautoilijoille onko latauspiste varattu, käytössä tai esimerkiksi virhetilassa. Toteuttaisin sen valkoisilla LED-valoilla. En halunnut käyttää värillistä valoa suurina pintoina, koska se ei mielestäni sovi kaupunkikuvaan. Käyttöliittymän fyysinen 120 mm x 20 mm x 5 mm



▲ Kuva 137 - Käyttöliittymän piktogrammit

kokoinen pääte pistorasioiden yläpuolella tulisi taas saamaan yhden väriä vaihtavan piktogrammin. Sen avulla pystyisin selkeästi kertomaan onko käyttäjän tunnistautuminen hyväksytty tai hylätty, sekä koska lataustapahtuma on alkanut tai loppunut. Lisäksi päätteeseen tuli viisi muuta piktogrammia; ylös ja alas nuolet kertomaan jos luukku pitää avata tai sulkea, lukko kiinni ja auki -piktogrammit kertomaan onko luukku auki tai lukittu sekä oma piktogrammi RFID lukijalle (kuva 137).

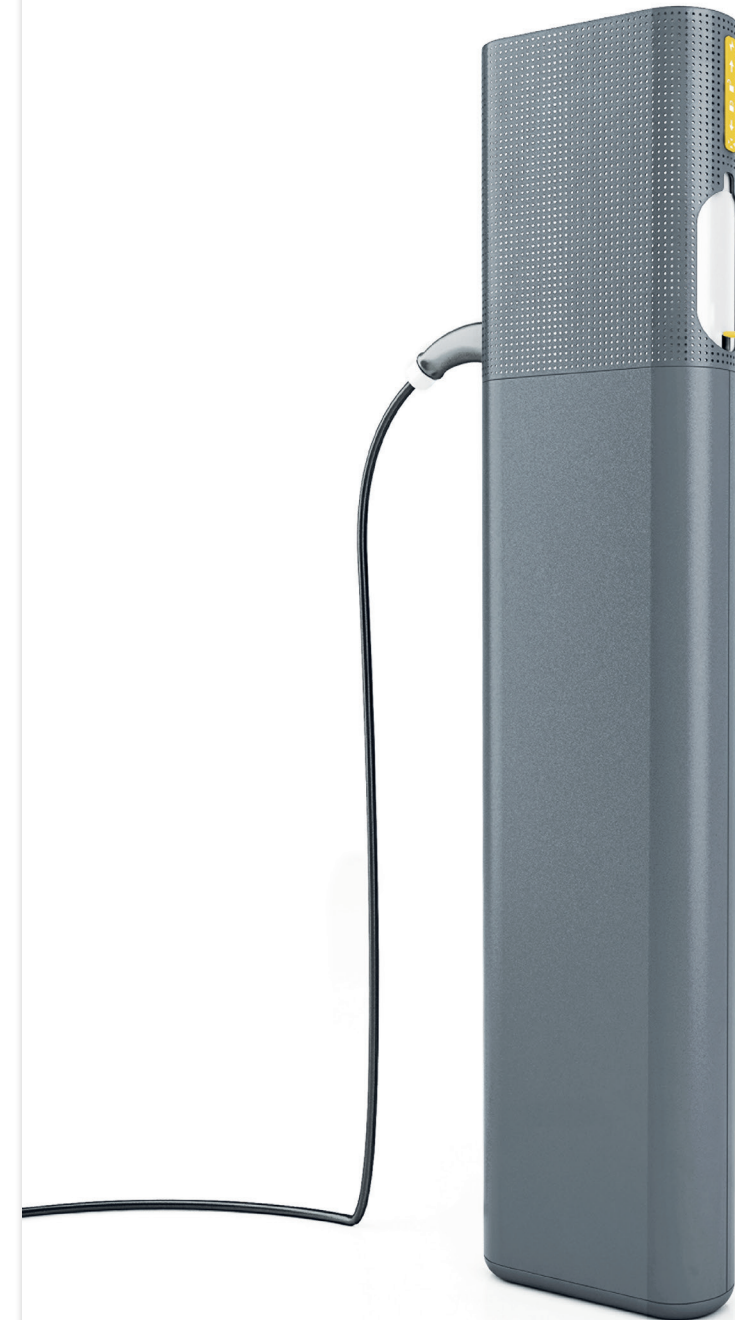
Käyttöliittymän ja valaistuksen toimintatavat on esitetty valokuvin luvussa 4.3.

3.2.3 ESITYSMATERIAALI

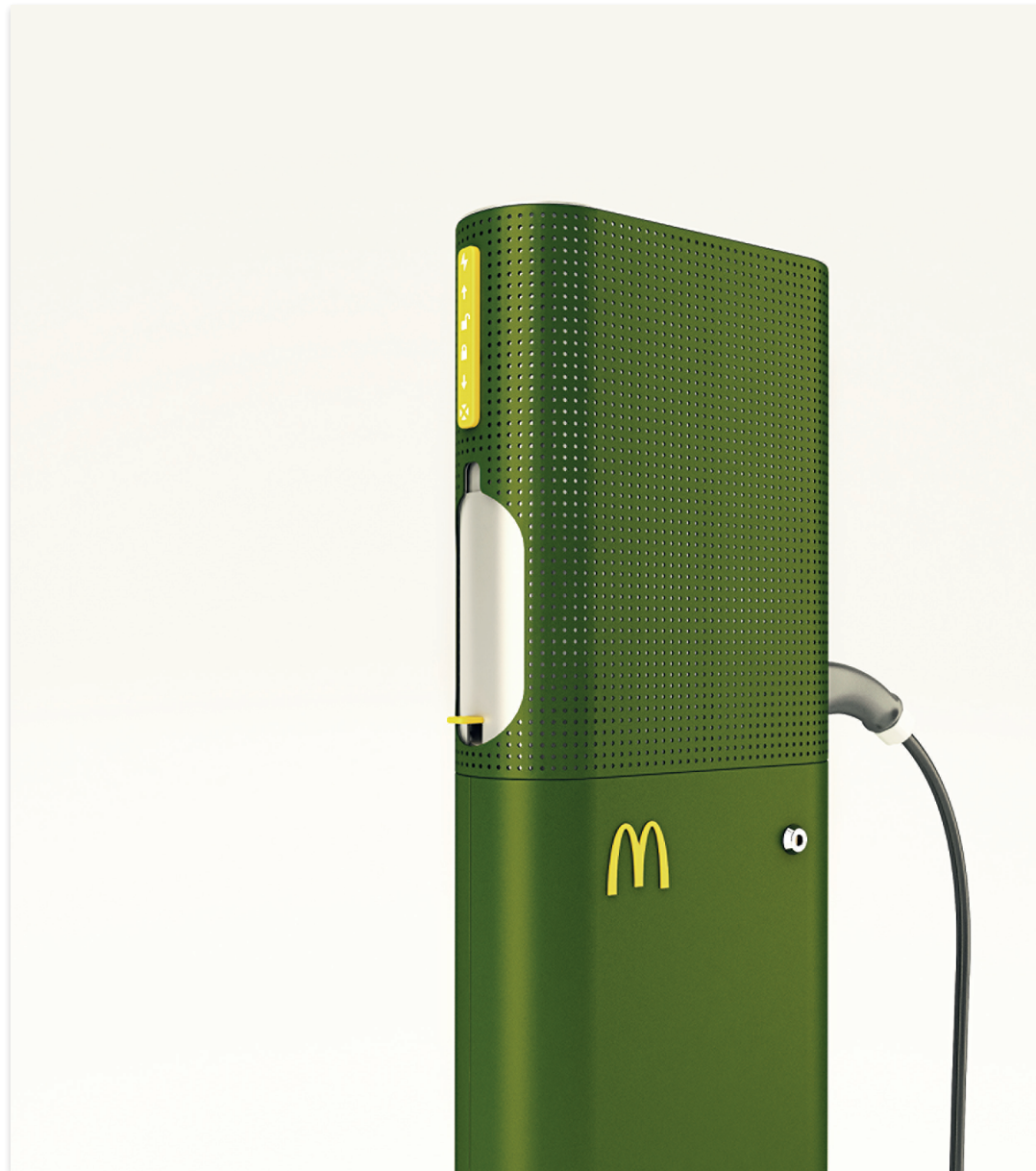
On tärkeää pystyä kertomaan ideoistaan myös muille projektin osallistujille. Työn aikana oli kokouksia, jossa esitin työn etenemistä ja latauspisteen suunnitelmia insinööreistä konsultteihin ja arkkitehteistä tutkijoihin. Näitä esitelmää varten valmistelin aineistoa, joka olisi mahdollisimman selkeää ja helposti ymmärrettävää. Keskityin lähinnä konseptiini ja painotin sen olevan tuotemuotoiluprosessin välivaiheen tulos – ei lopullinen tuote. Tein tuotteista myös eri yritysten brändin mukaisia, jotta eri käyttökontekstien havainnointi olisi helpompaa.

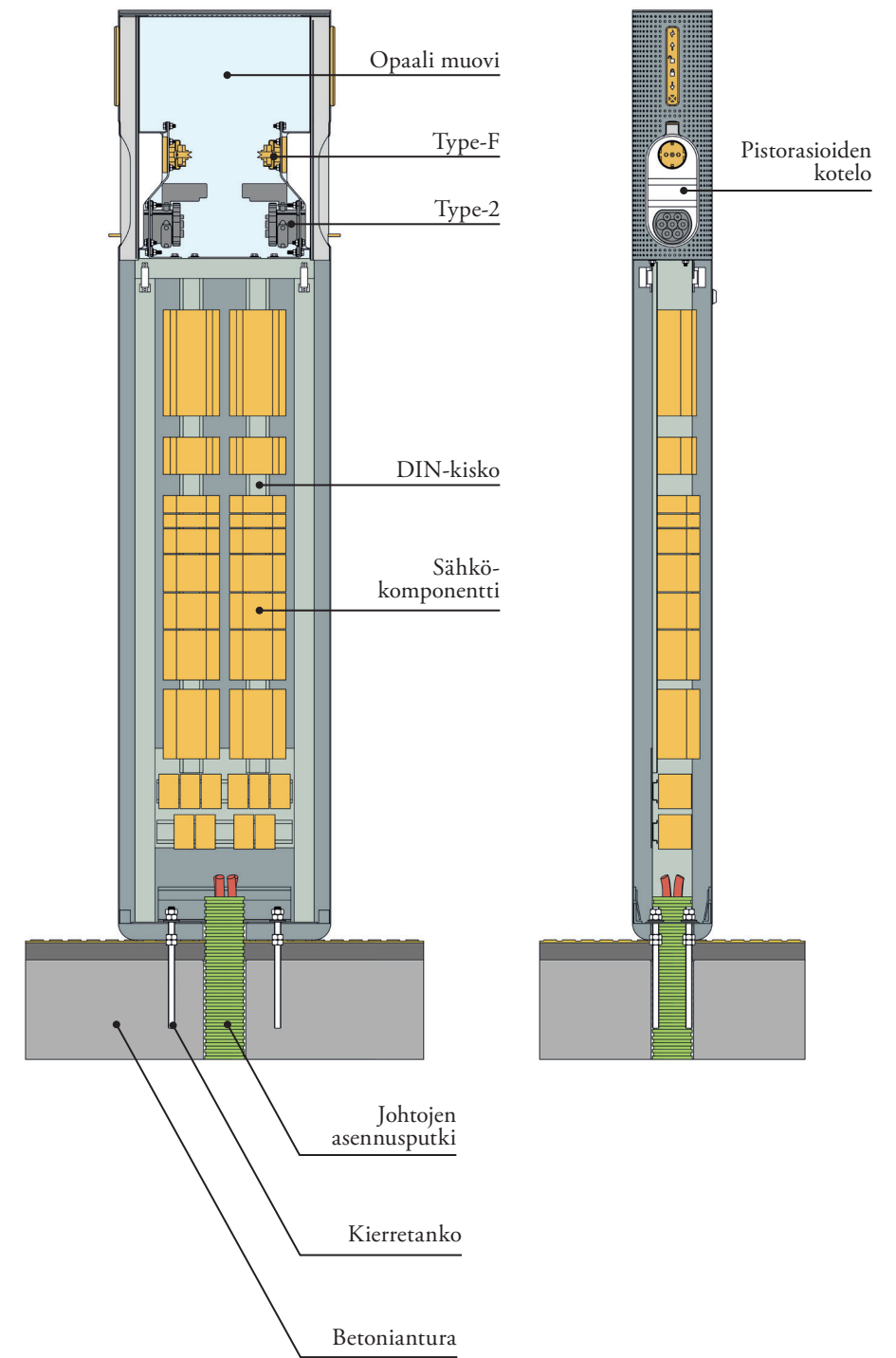
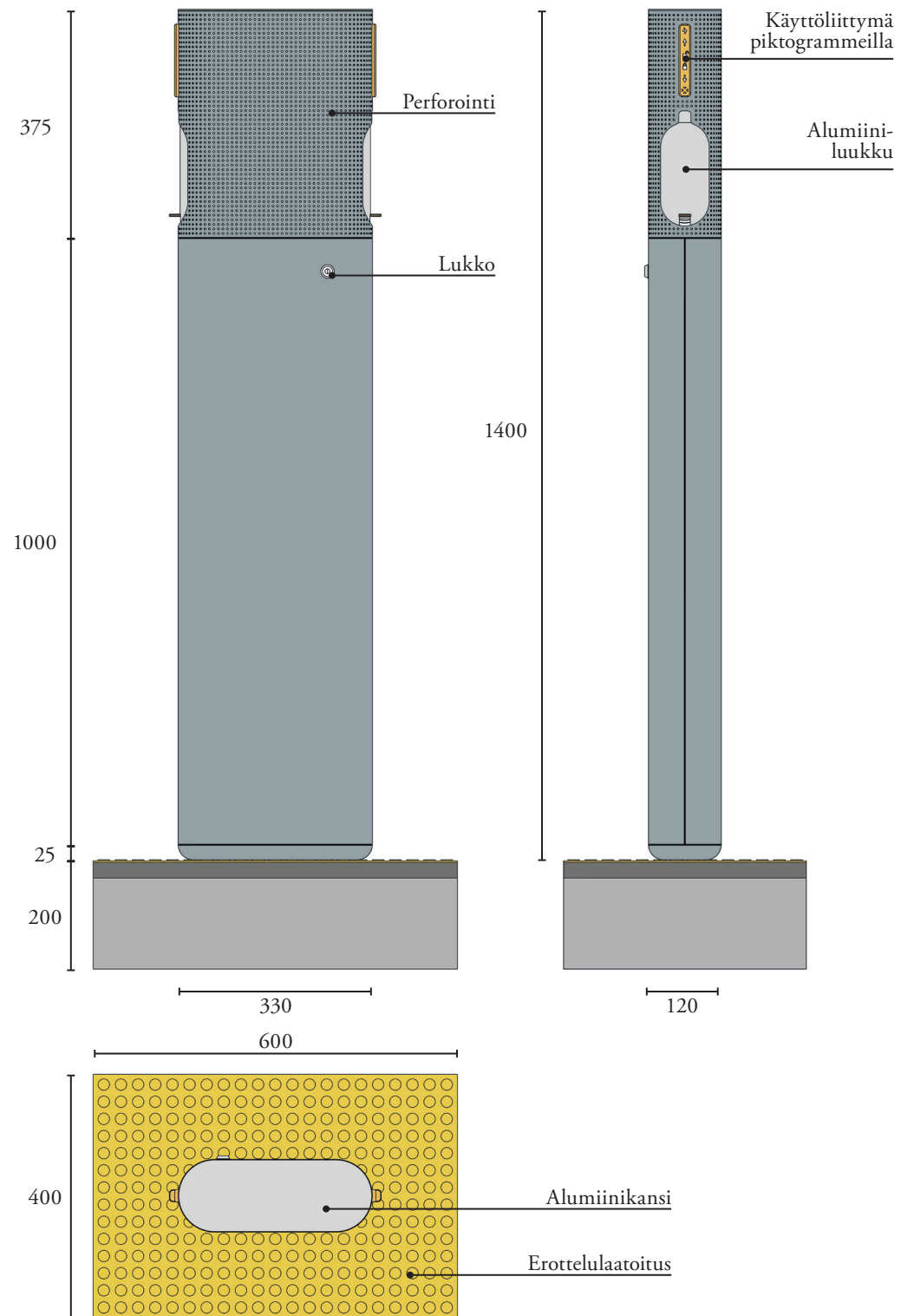
Usein työn aikana nousi esille sähköautoilun kokonaisvaltainen brändäminen Suomessa. Sen havainnollistamisen avuksi tein yhdessä Saana Tikkasen kanssa materiaalia tulevien latauspisteiden, opaskylttien ja viestintämateriaalin yhteensovittamisesta. Seuraavilla sivuilla esitän latauspisteestä tekemääni esitysmateriaalia (osittain päivitettyä) sekä tarkempia mittapiirustuksia.

► Kuva 138 - Havainnekuva latauspisteestä



- Kuva 139 - Latauspiste kaupunkiympäristössä
- Kuva 140 - Luonnos latauspisteen mahdollisesta opastuksesta
- ▼ Kuva 141 - Luonnos latauspisteen brändämisestä yritysilmeen mukaan





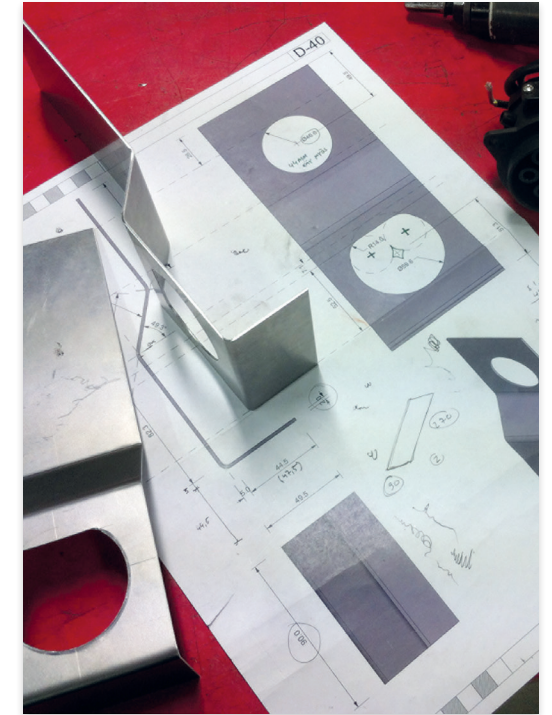
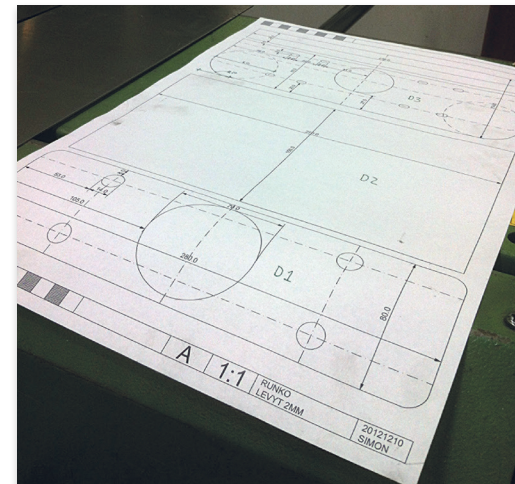
▲ Kuva 142 - Latauspisteen päämittakuvat (ei mittakaavassa)

4. PROTOTYPIOINTI

4.1 MALLINRAKENNUS

► Kuvaan mallinrakennusvaiheet aikajärjestyksessä kuvakertomuksena. Kaikki työvaiheet ovat minun suorittamia, lukuun ottamatta TIG-hitsauksia. Tein latauspisteen protomallin pääosin Aalto-yliopiston Taiteiden ja suunnittelun korkeakoulun metallipajalla. Työn ohjaukseen sain apua pajojen harjoitusmestareilta.

Latauspisteen valmistus eteni täysin 3D-mallinuksesta tulostettujen piirustuksien mukaan. Metallipajalla ratkaistaviksi ongelmiksi olin jättänyt sivuseinien kiinnityksen latauspisteen runkoon. Lisäksi mallinrakennusvaiheessa minun tuli selvittää miten saisin perforoidun yläosan taivutettua muotoonsa ilman siihen tarvittavia työkaluja.



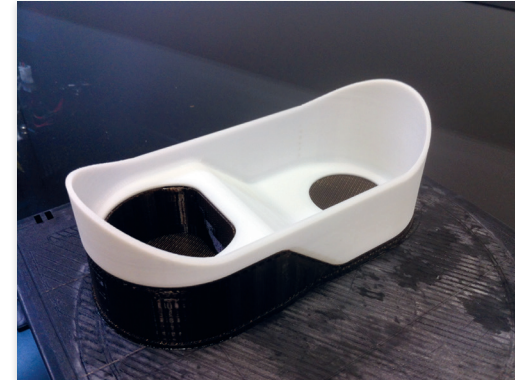
▲ Kuva 143 - Työstämäni kappaleiden tuli vastata millilleen piirustuksia. Muuten mittavirheet kertaantuisivat osia koottaessa.

◀ Kuva 144- Aloitin jokaisen kappaleentyöstön tarkistamalla sitä varten piirtämäni piirustukset harjoitusmestareiden kanssa.

▼ Kuva 145 - Latauspisteen runko hitsattuna kahdesta suorakaideputkesta ja särmätyistä 1,5mm teräslevystä. Lisäksi DIN-kisko kiinnitettynä ruuvein.



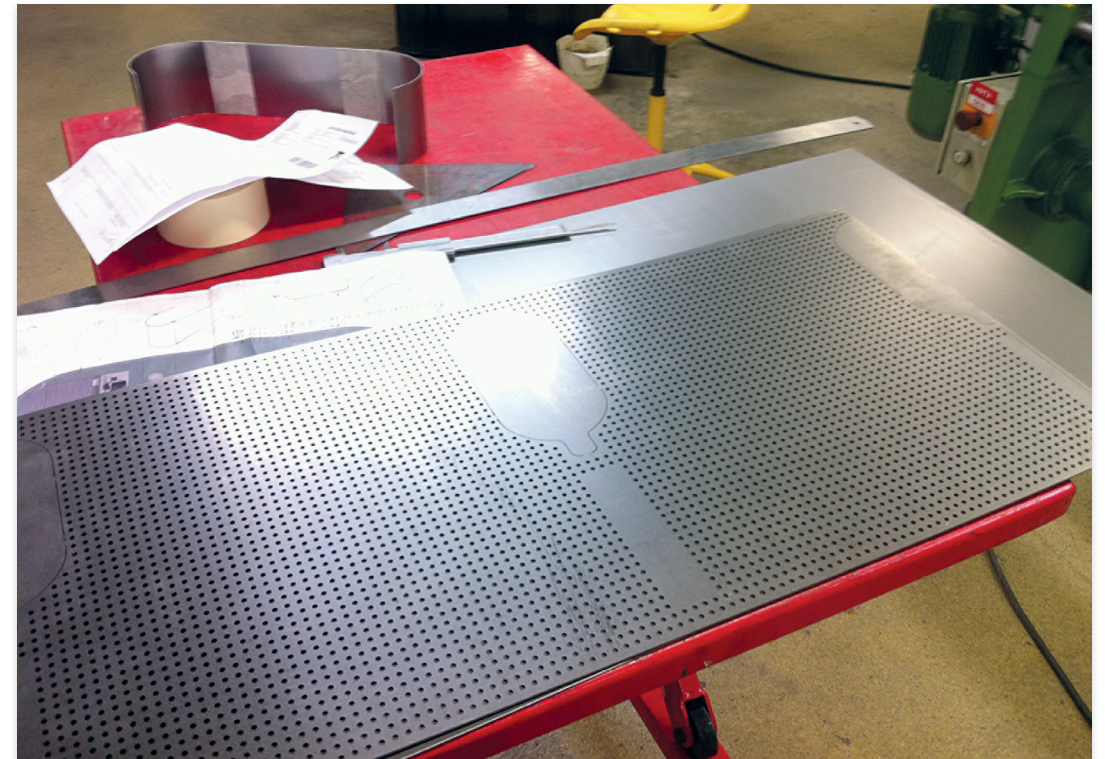
▼ Kuva 146 - Pistorasiakotelon tulostin koulun 3D-tulostimella.

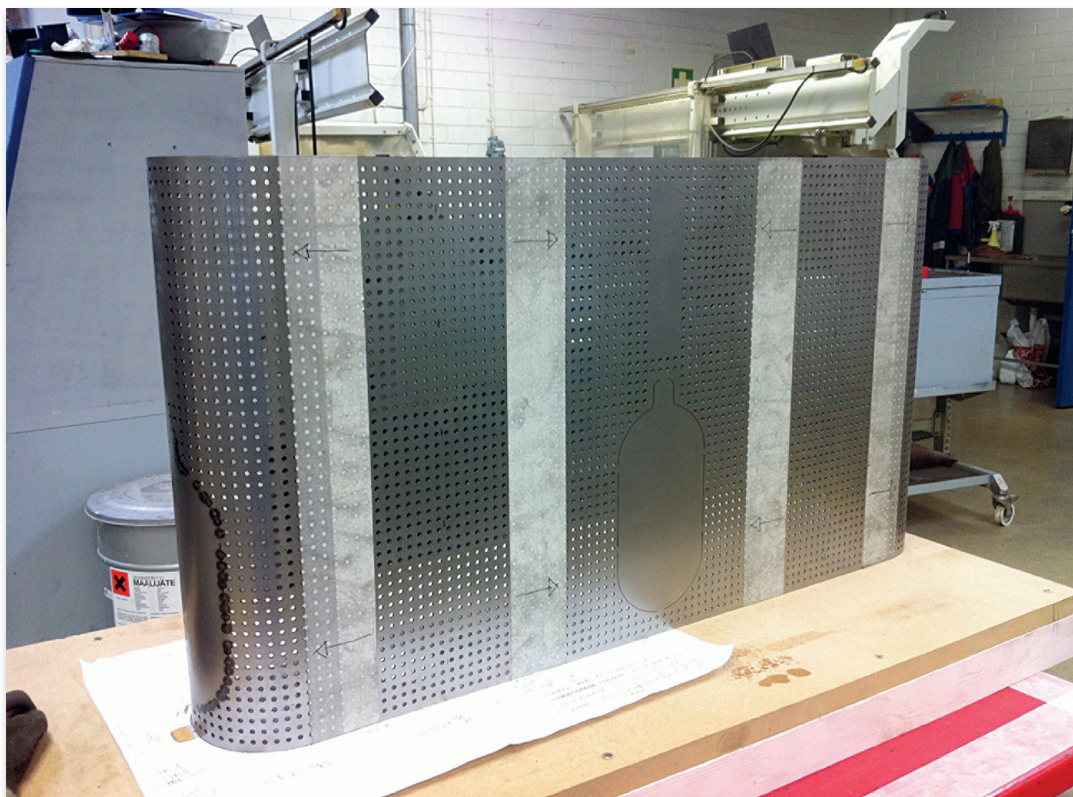


▼ Kuva 148 - Pistorasioiden kannattimet särmätyinä ja rei'itettynä.



▼ Kuva 147 - Teetätin laser-leikatun perforoinnin Hiltop Oy:ssä. Tilasin levyjä varmuuden vuoksi kaksi kappaletta.



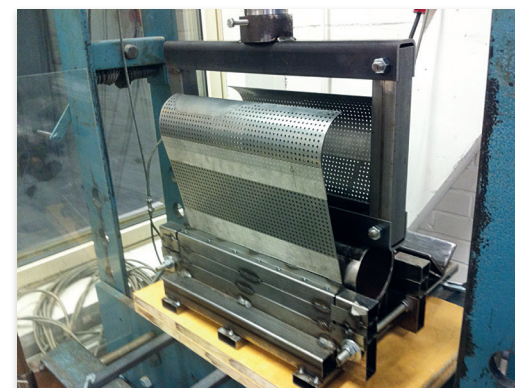


▲ Kuva 149 - Perforoidun levyn sivut sain mankeloitua 90 astetta. Mankelilla ei kuitenkaan onnistunut levyn keskiosan pyöritys.

► Kuva 150 - Jotta levyn päät saisi yhteen, tuli minun rakentaa taivutusta varten työkalu ja muotti, jota käyttäisin hydrauliprässässä.

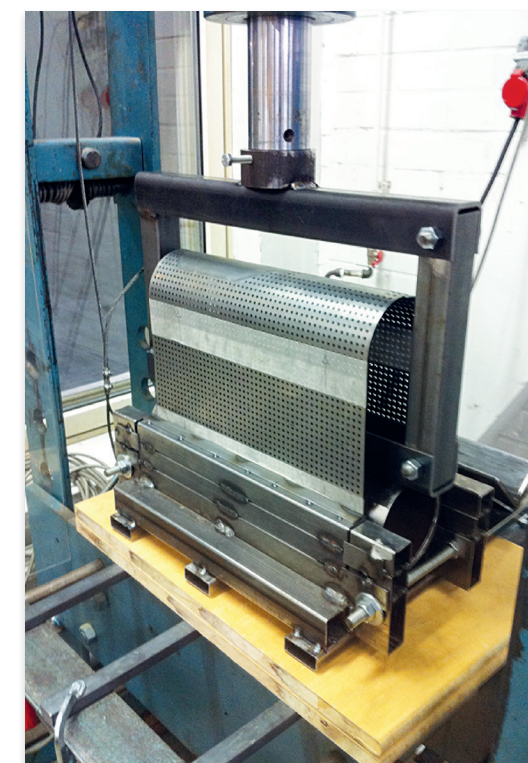


◀ Kuva 151 - Perforoidun levyn taivutus prässäämällä. Levy oli hitsattava kiinni muotin vastakappaleeseen, jottei se liikkuisi prässäyksessä.



▲ Kuva 152 - Prässäys toimi onneksi hienosti. Onnistumisen taustalla oli useita harjoituskertoja pienemmillä testikappaleilla.

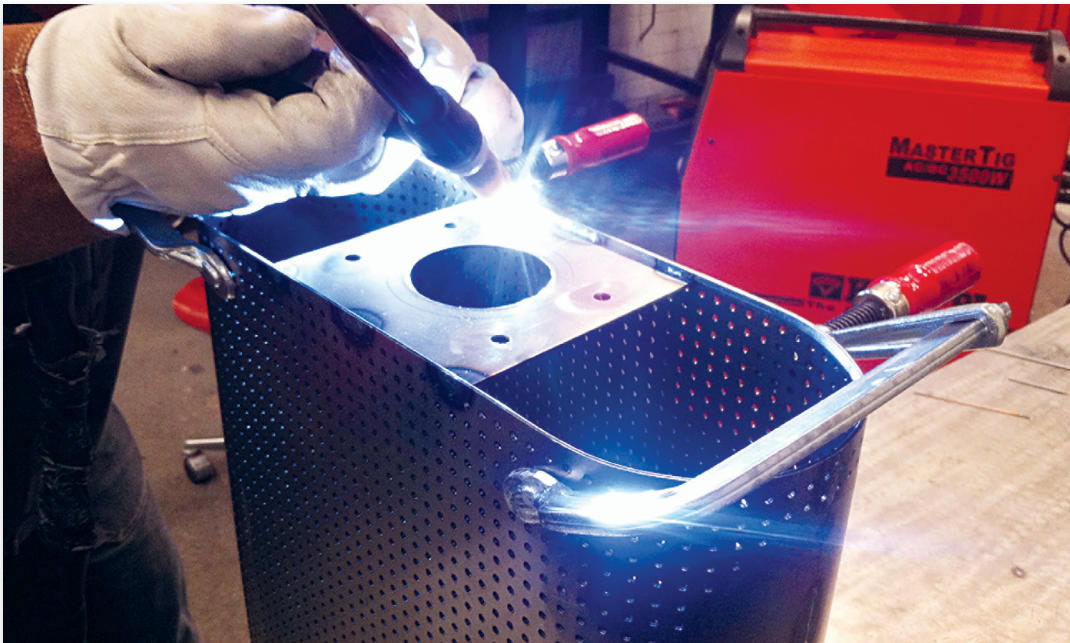
► Kuva 153 - Perforoidun levyn reunat kohtasivat millilleen. Taivutukseen kului noin viikon päivät, koska työkalu sitä varten piti suunnitella ja valmistaa itse.



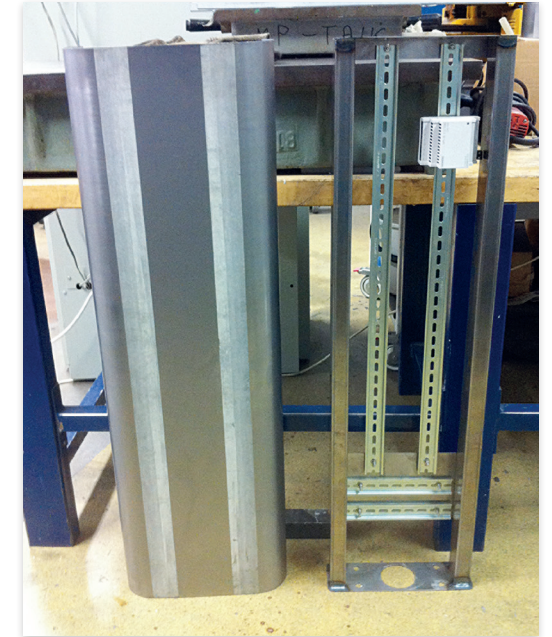
- ▼ Kuva 154 - Prässäyksen jälkeen perforointilevyn sauma oli hitsattava kiinni.



- ▼ Kuva 155 - Perforoituun yläosaan hitsattiin myös rei'itetty levy, jonka avulla se kiinnitetään latauspisteen runkoon.



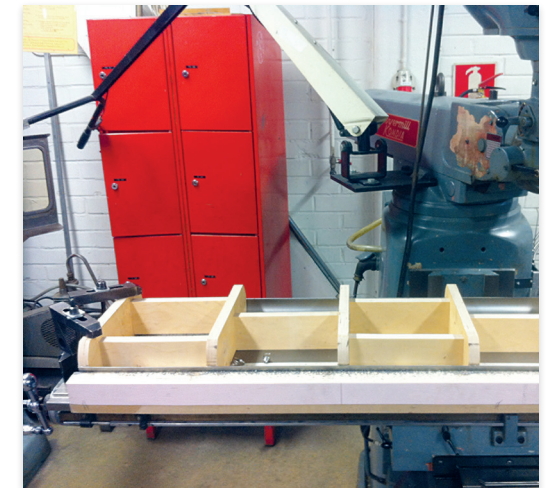
- Kuva 156 - Yläosan valmistuttua mankeloin metrin korkuiset sivuseinät.



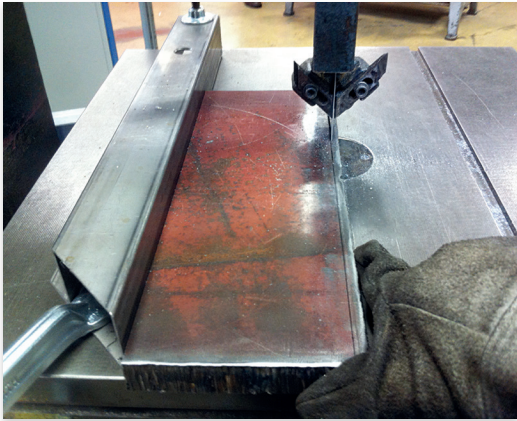
- ▼ Kuva 157 - Mankelointi jättää kuitenkin kappaleeseen ylimääräisen osan, joka pitää jyrsiä pois.



- ▼ Kuva 158 - Jyrsintää varten tein sivuseinille puupajalla vastakappaleen, jonka avulla kiinnitys jyrsimeen onnistuisi tukevasti.



▼ Kuva 159 - Alaosan teko on useiden työvaiheiden tulos. Työstö alkoi 20mm:n tesäkappaleesta.



▼ Kuva 160 - Kappaleen oikomisen jälkeen pyörustin sen päätynurkkaukset.



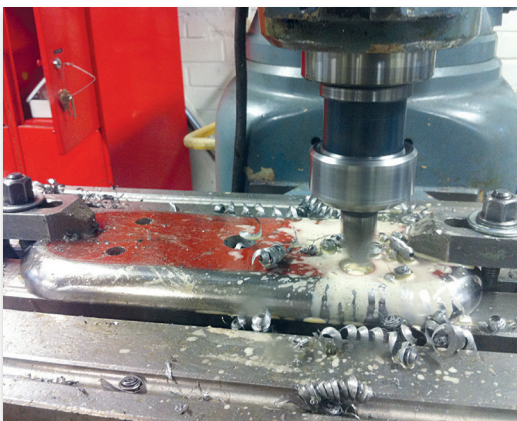
▼ Kuva 161 - Pyöristysten jälkeen viistin alaosan reunat.



▼ Kuva 162 - Viistämisen jälkeen pyörustin reunat kulmahiomakoneella.



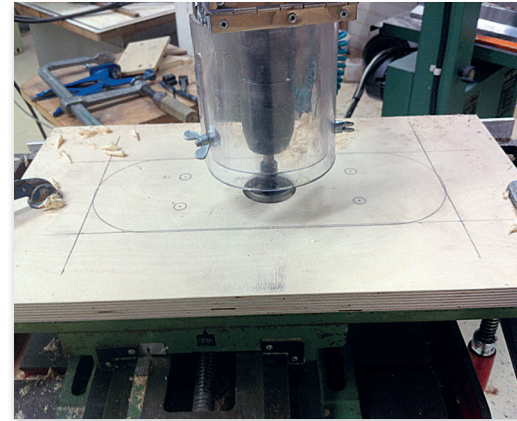
▼ Kuva 163 - Tein kappaleeseen kiinnitys- ja johtojen läpivientireiät jyrsimellä.



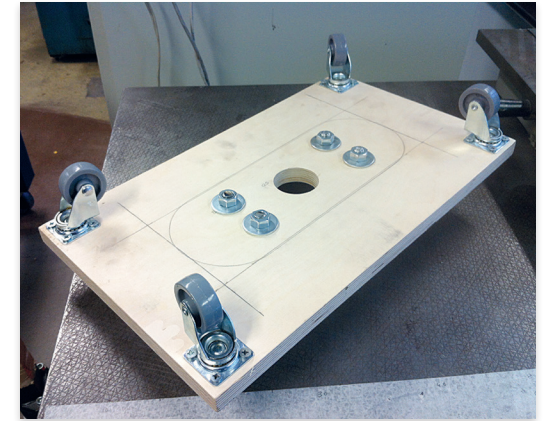
▼ Kuva 164 - Kiinnitysrei'issä on syvennykset muttereille.



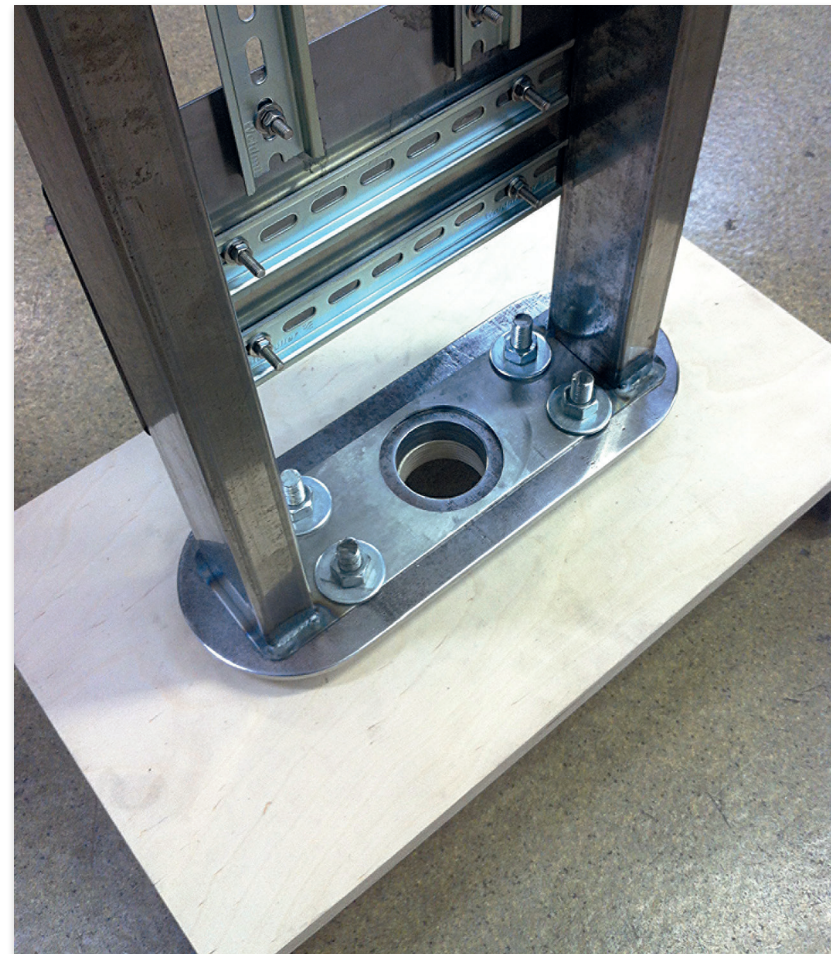
▼ Kuva 165- Seuraavaksi tein latauspisteelle liikuteltavan alustan.



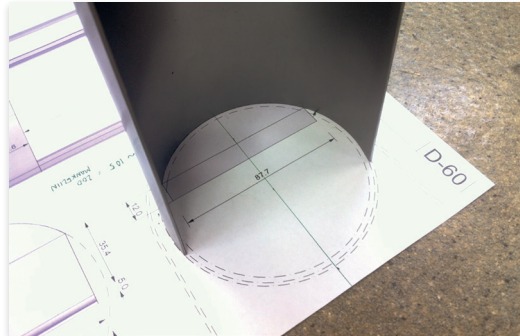
▼ Kuva 166 - Latauspiste kiinnitettäisiin alustaan kierretankojen avulla.



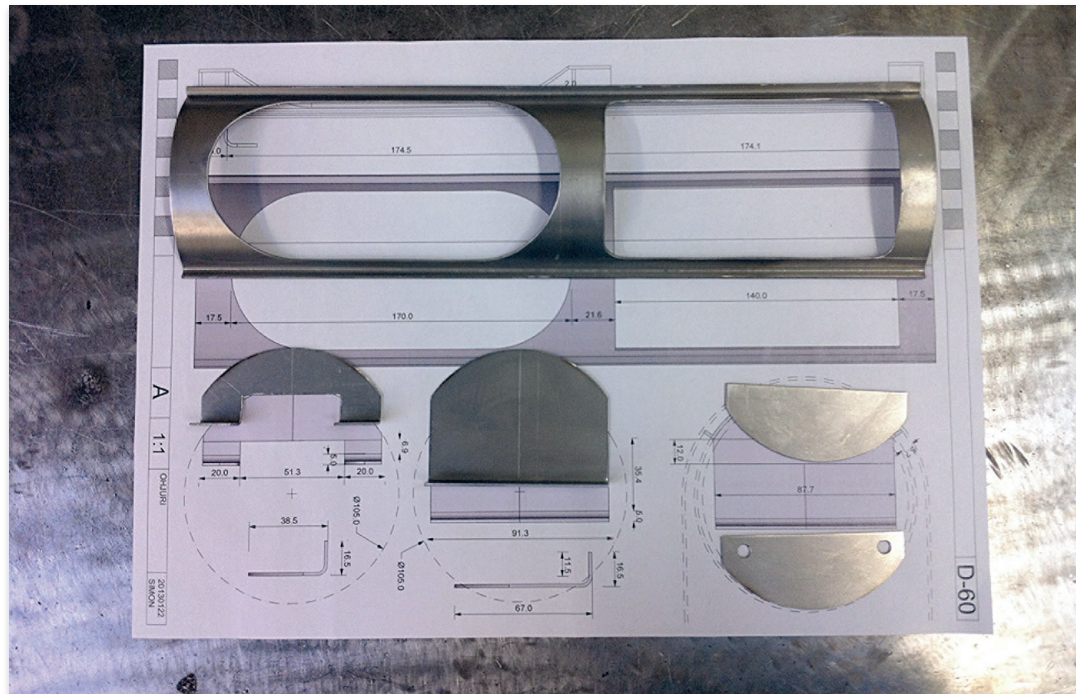
▼ Kuva 167 - Runko ja alaosa kiinnitettynä alustaan.



▼ Kuva 168 - Etenin ulko-osien jälkeen työstämään luukun ohjuri -kappaletta.



► Kuva 169 - Kappale mankeloituna ja särmättynä.

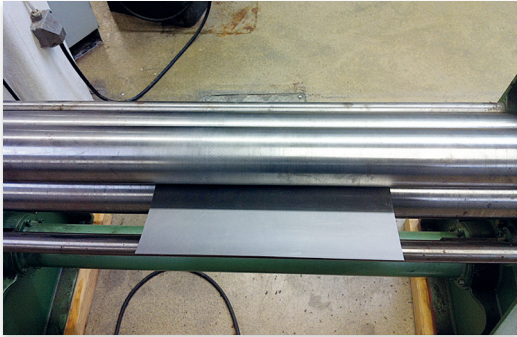


▲ Kuva 170 - Ovaali reikä on pistorasioille ja suorakaide reikä käyttöliittymän elektronikalle.

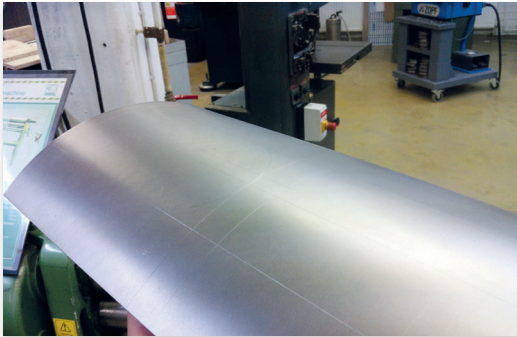


▲ Kuva 171 - 3D-tulostettu kotelo, ohjuri, pistorasiat ja kannatin koottuna.

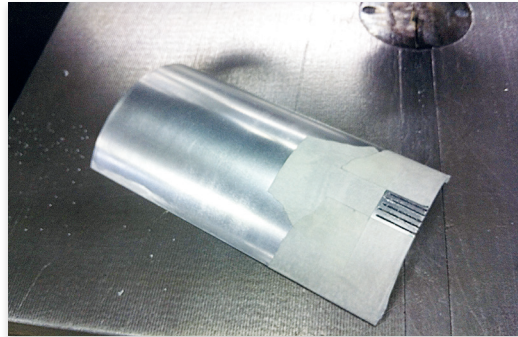
- ▼ Kuva 172 - Tein latauspisteen luukun 3mm alumiinilevystä.



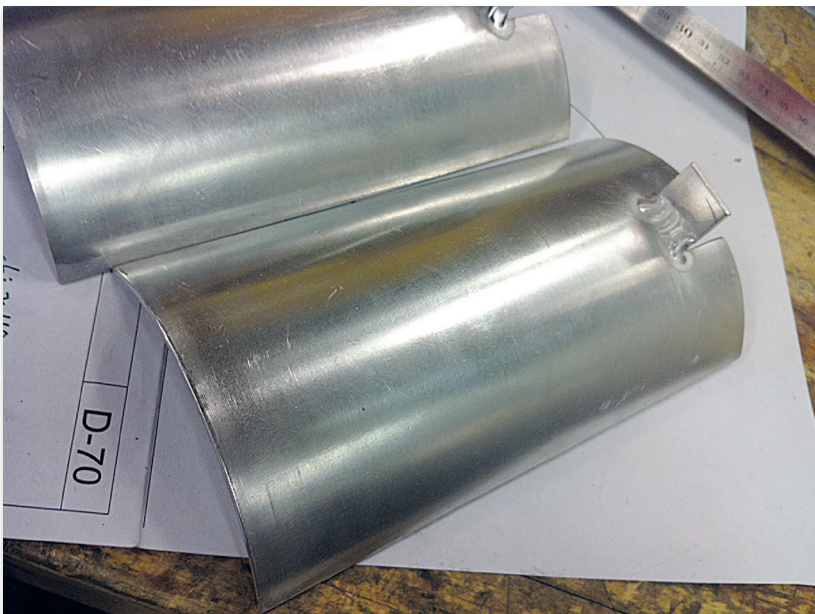
- ▼ Kuva 173 - Piirsin luukun muodot levyyn, jonka jälkeen mankeloin levyn oikean muotoiseksi.



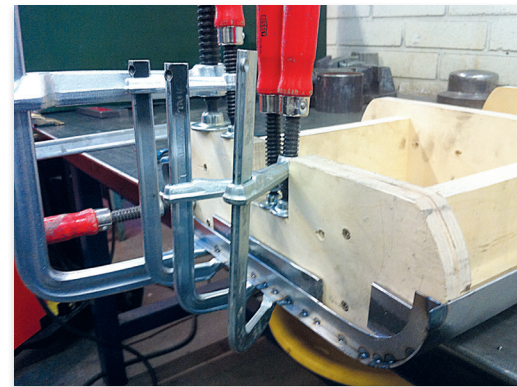
- ▼ Kuva 174 - Tein latauskaapelille läpivientireiän luukun alaosaan.



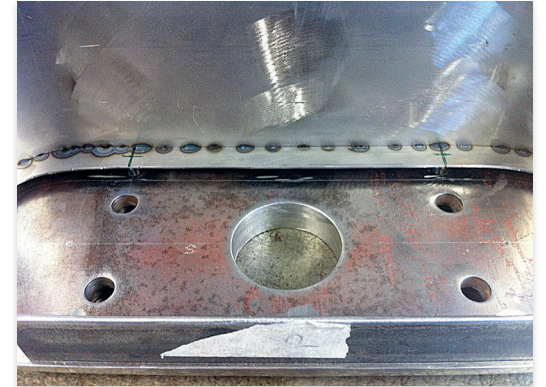
- ▼ Kuva 175 - Luukun reiän yläpuolelle hitsattiin vedin.



- ▼ Kuva 176 - Takaseinän kiinnitys runkoon toteutui ruuvikiinnityksellä.



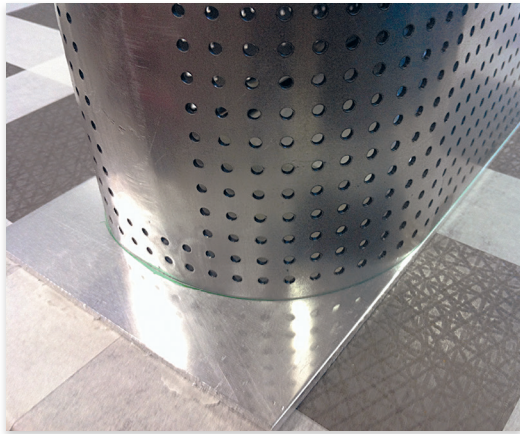
- ▼ Kuva 177 - Etuseinän kiinnitystä en tehnyt ruuveilla, koska seinän tuli olla helposti irroitettavissa. Käytin alaosan kiinnitykseen särmättyä metallilevyä, joka lepäisi rungon vastakappaleen päällä.



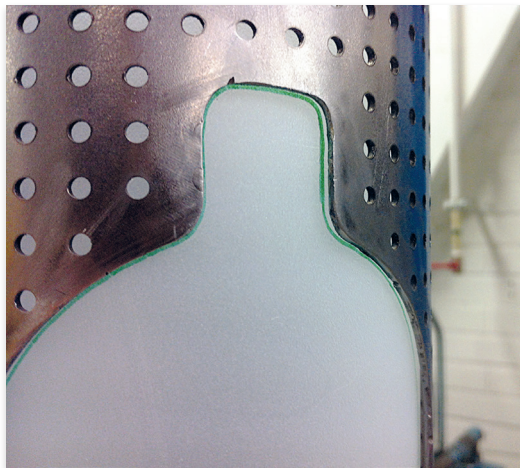
- ▼ Kuva 178 - Yläosan kiinnityksen tein kalustelukolla.



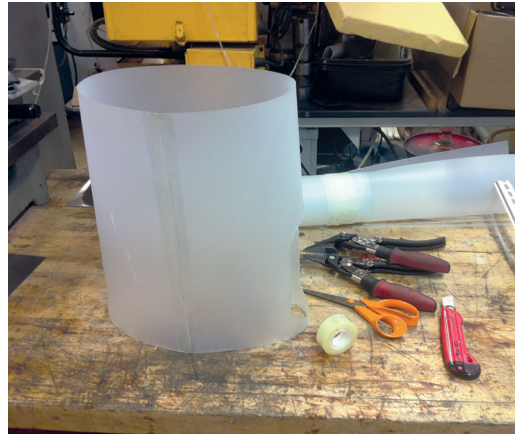
- ▼ Kuva 179 - Luukun tapaan, tein latauspisteen kannen 3 mm alumiinilevystä.



- ▼ Kuva 181 - Läpikuultava muoviverhous poisti yläosasta myös moiré -efektin, joka syntyi kun perforoinnin vastapuolet kohtasivat tietyissä katselukulmissa.



- ▼ Kuva 180 - Viimeiseksi leikkasin muovikalvon kiertämään yläosan sisäpintaa. Sen avulla valaistuksesta saisi pehmeämmän.



- ▼ Kuva 182 - Protomalli oli valmis koottavaksi ja siirrettäväksi elektroniikastudiolle.



- ▼ Kuva 183 - Protomallin tekoon kului hieman yli 5 viikkoa.



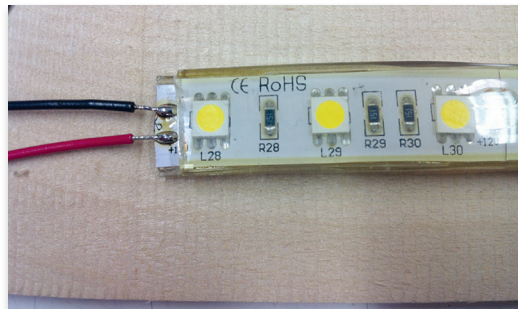
4.2 ELEKTRONIIKKA-STUDIO

► Kuvaan elektroniikkastudion työvaiheet mallinrakennusvaiheen tapaisesti: aikajärjestyksessä kuvakertomuksena.

Elektroniikkastudiolla toteutin käyttöliittymäsuunnittelun ja valaistuksen. Ennen työn aloittamista tutustuin elektroniikkasuunnittelun ja -työstön perusteisiin. Lisäksi sain ohjeita ohjaajaltani, kuten mitä komponentteja, tarvikkeita ja ohjelmia tarvitsisin työn suorittamiseen. Kaikki työvaiheet ovat minun suorittamiani, lukuun ottamatta mikrokontrollerin koodin kirjoittamista, sen kirjoitti ohjaajani Jussi Mikkonen laatimani käyttöliittymäkaavion pohjalta.

Samanaikaisesti elektroniikkastudiotyöskentelyn kanssa maalasın protomallin metalliset runko-osat koululla ja maalautin sen ulko-osat maalaamossa.

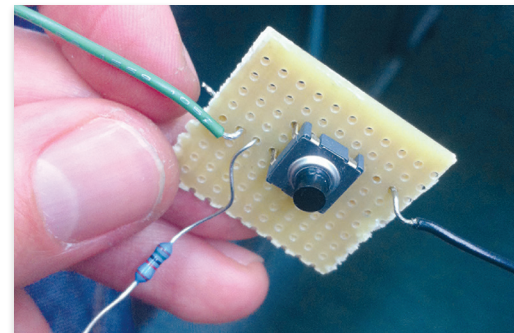
▼ Kuva 184 - Aloitin työn perehtymällä elektroniikkaan ja LED-valaistukseen kolvausharjoituksilla.



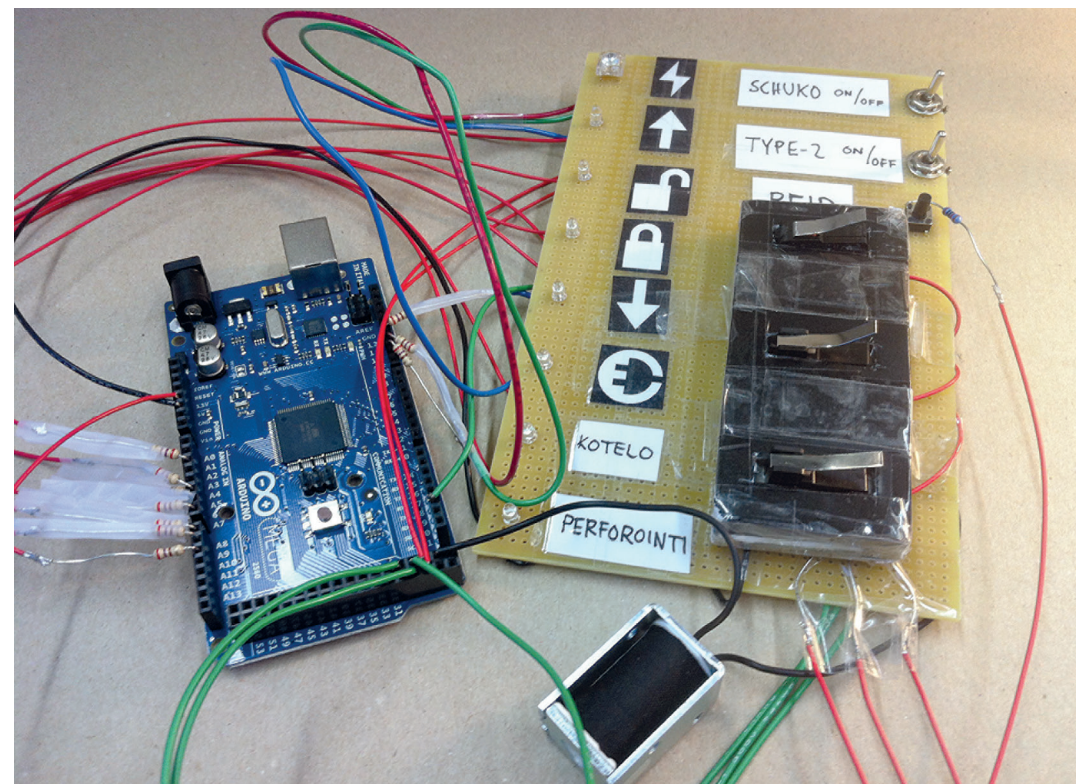
▼ Kuva 185 - Kokeilin valaistusta protomallissani.

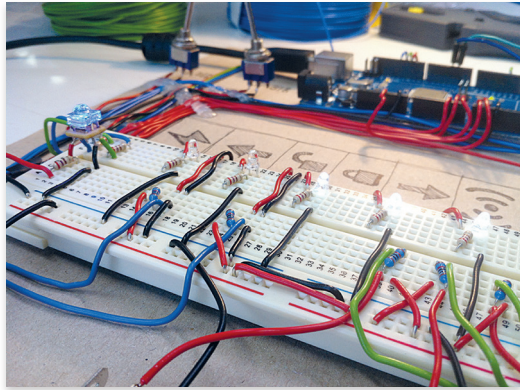


▼ Kuva 186 - LED:eihin perehtymisen jälkeen oli aika tutustua muihin komponentteihin.



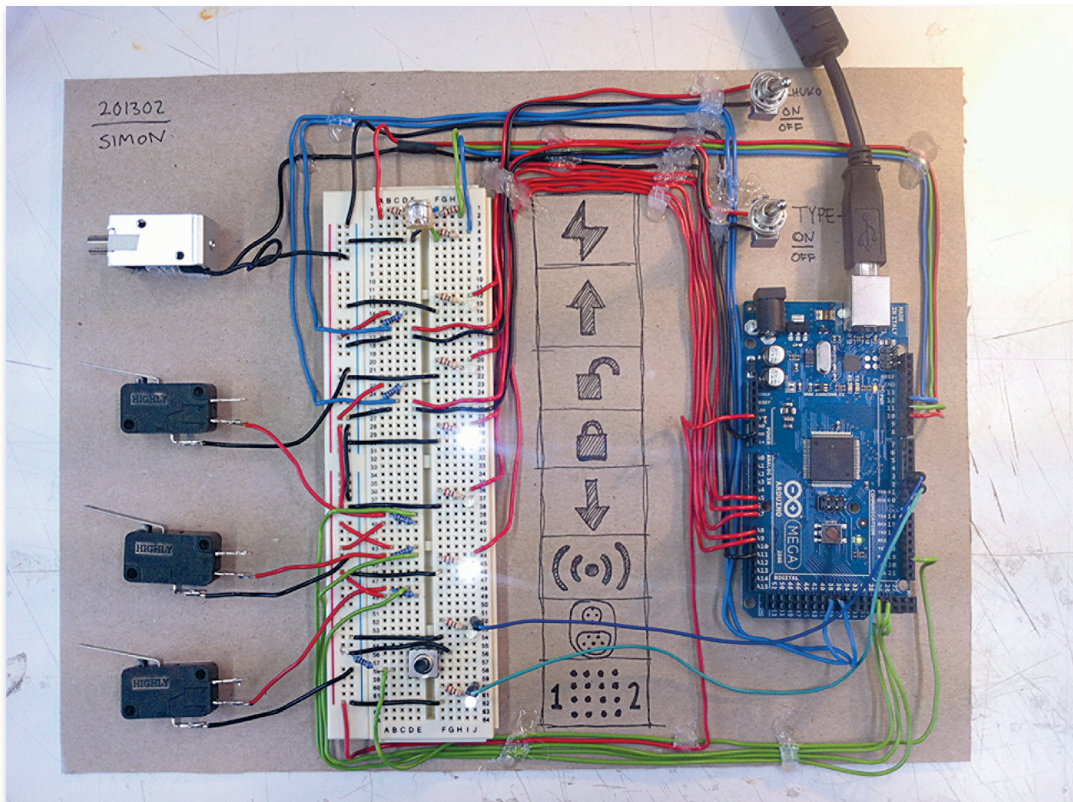
▼ Kuva 187 - Viikon perehtymisen jälkeen olin saanut rakennettua ensimmäisen versioni käyttöliittymästä. Se pystyi lukemaan luukun eri asennot ja mitkä pistorasiat olivat käytössä. Lisäksi olin hankkinut solenoidi-lukon, jonka avulla saisin luukun lukittumaan.



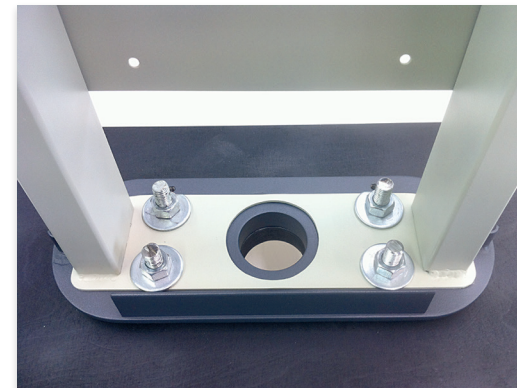


◀ Kuva 188 - Ostin uusia, toimintavarmempia komponentteja testialustani uutta versiota varten.

▼ Kuva 189 - Testialusta versio 2. Tässä vaiheessa ohjaajani oli laatinut käyttämälleni mikrokontrollerille lähes toimivan koodin. Käyttöliittymä toimi jo niin hyvin testialustalla, että päätin implementoida sen protomalliini.

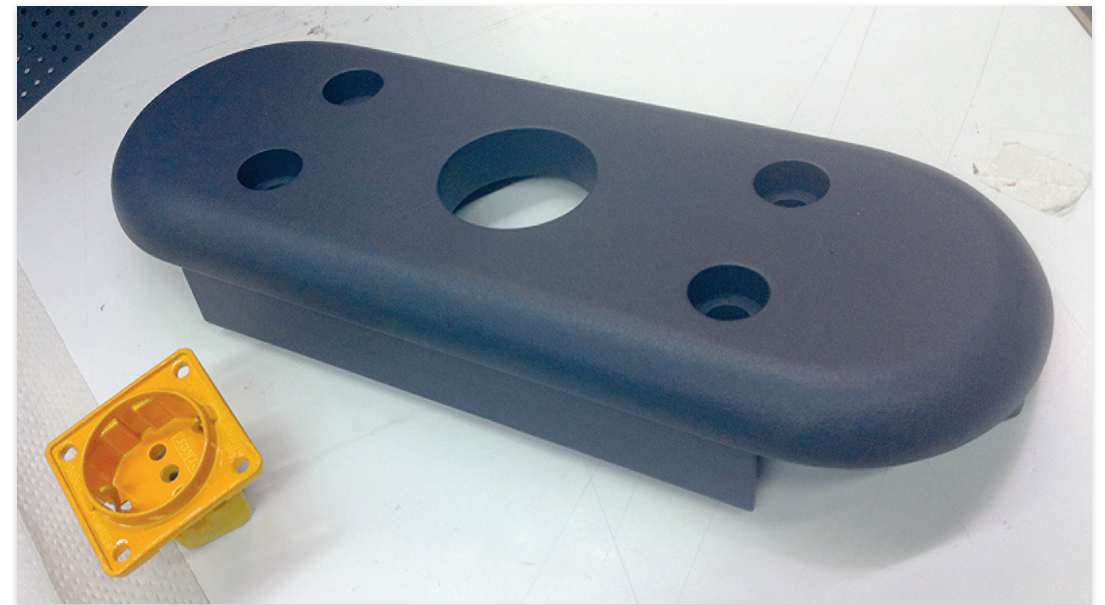


◀ Kuva 190 - Ennen kuin pystyin asentamaan elektronikan protomalliini, piti se maalauttaa.



◀ Kuva 191 - Rungon sisäosat ja kuljetusalustan maalasinkin itse.

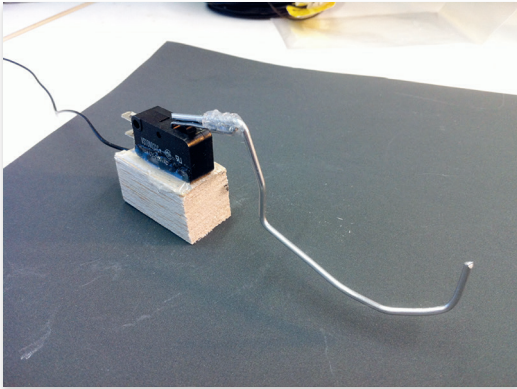
▼ Kuva 192 - Rungon ulko-osat maalautin maalamossa, jotta sain pintakäsittelystä kestävä. Valitsin sävyksi tummanharmaan efektimälin (RAL 7024).



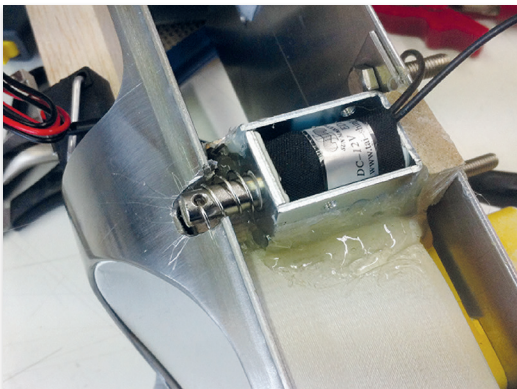
- ▼ Kuva 193 - Tulostutin vielä 3D-tulostimella puuttuvat osat latauspisteestä: käyttöliittymän päätteen ja luukun vetimien muoviosat.



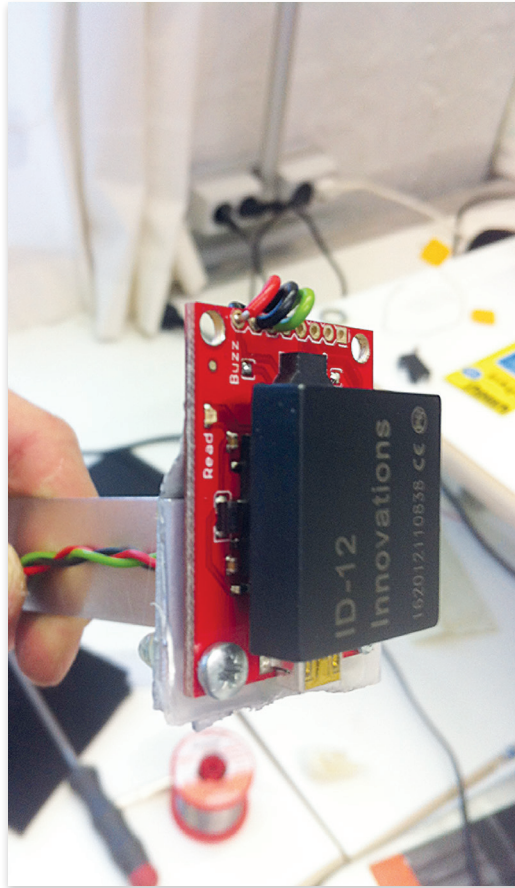
- ▼ Kuva 194 - Seuraavaksi valmistin räätälöidyt komponentit protomallia varten, kuten oikean luukun tilasensorin alumiinisella leualla.



- ▼ Kuva 195 - Solenoidi-lukko kiinnittyi luukun ohjaimen kuumaliimalla.



- ▼ Kuva 196 - RFID-lukijaa, ja monia muita komponentteja varten piti tehdä erilaisia ruuvi/metalli/balsapuu -kiinnitysratkaisuja.



- ▼ Kuva 197 - Viimeiseksi tein piirilevyn LED:illä käyttöliittymäpäättää varten. LED:ien päälle kiinnitin 3D-tulostetun kuoren.



- ▼ Kuva 198 - Sain komponentit paikoilleen päivää ennen loppupresentaatiota projekiryhmälle.



- ▼ Kuva 199 - Protomalli oli vihdoinkin valmis. Käyttöliittymän koodi oli päivitetty, sensorit ja valaistus oli asennettu - jäljellä oli enää sen testaus ja valokuvaaminen



4.3 VALMIS PROTOMALLI

Metallipajan ja elektroniikkastudion tuloksena minulla oli latauspisteestä protomalli, jossa oli toimivina ominaisuuksina käyttöliittymä ja valaistus. Tein protomallin 1:1 mittakaavaan ja oikean tuotteen näköiseksi, jotta sen arviointi olisi mahdollisimman rakentavaa.

Projektin päätteeksi valokuvasin latauspisteen sekä sen käyttöliittymän ja valaistuksen eri vaiheet.

- *Kuva 200 - Opinnäytteen viimeinen työpäivä koulun valokuvaustudiolla*



- *Kuva 201 - Latauspisteen valmis protomalli*



Seuraava kahdeksan kuvan sarja esittää käyttöliittymän toimintaperiaatteen.



▲ Kuva 202 - Latauspiste on käyttämättömänä, eli "idle"-tilassa. Käyttöliittymässä palaa RFID:n tunnusvalo sekä "Lukossa" symboli. Perforoinnin takana oleva LED-valaistus valaisee 20% teholla kummallakin puolella latauspistettä.



▲ Kuva 203 - Käyttäjä aktivoi latauspisteen näyttämällä RFID-korttia käyttöliittymälle. Tunnistautumisen onnistuessa, perforointi-valaistus voimistuu 50:een prosenttiin käyttäjän puolella ja "Lataus"-symboliin syttyy sininen valo. Saman aikaisesti "Lukossa" valo korvautuu "Auki" ja "Nuoli-ylös" valoilla. Niiden avulla viestitään, että luukun voi nostaa ylös. Tässä vaiheessa luukun lukko on auennut.



▲ Kuva 204 - Käyttäjä avaa luukun. Luukun avauksen yhteydessä pistorasioiden koteloon tulee valo päälle. "Nuoli-ylös" symboli sammuu, kun luukku on nostettu kokonaan ylös.



▲ Kuva 205 - Käyttäjä asettaa joko Type-F tai Type-2 pistokytimen latauspisteeseen. Kytken jälkeen syttyy "Nuoli-alas" symboli. Se viestittää käyttäjälle, että luukun voi sulkea. Jos käyttäjä on kytkenyt Type-2 pistokytimen kuten kuvassa, lukittuu sen pistorasiaansa.



- ▲ Kuva 206 - Luukku menee lukkoon, kun se on suljettu. Samalla perforointivalaistus nousee 100:aan prosenttiin, "Lukossa" symboli syttyy sekä tähän asti sininen "Lataus" symboli muuttuu vihreäksi. Luukun takana oleva valaistus on sammunut luukun kiinnilaittamisen yhteydessä. Lataus alkaa, ja käyttäjänpuoleinen perforointivalaistus himmenee ja voimistuu rauhallisesti 70% ja 100% voimakkuuksien välillä. Sen avulla viestitään kyseisen latauspuolen olevan käytössä.



- ▲ Kuva 207 - Käyttäjä lopettaa latauksen näyttämällä RFID-korttia käyttöliittymälle. Tunnistautumisen onnistuessa perforointivalaistus himmenee 50:een prosenttiin ja "Lataus" -symbolin vihreä valo muuttuu turkoosiksi. Saman aikaisesti "Lukossa" valo korvautuu "Auki" ja "Nuoli-ylös" valoilla. Niiden avulla viestitään, että luukun voi nostaa ylös. Tässä vaiheessa luukun ja pistokytkimen lukko on auennut.



- ▲ Kuva 208 - Käyttäjä avaa luukun. Luukun avauksen yhteydessä pistorasioiden koteloon tulee valo päälle. "Nuoli-ylös" symboli sammuu kun luukku on nostettu kokonaan ylös.



- ▲ Kuva 209 - Käyttäjä irroittaa asettamansa pistokytkimen latauspisteestä. Irroituksen jälkeen syttyy "Nuoli-alas" symboli. Se viestittää käyttäjälle, että luukun voi sulkea. Luukun sulkemisen jälkeen latauspisteen palaa "idle"-tilaan.



Kava 210



Kava 211

5. LOPPUPÄÄTELMÄT

5.1 MUOTOILUPROSESSIN ARVIOINTI

Protomallin valokuvaaminen koulun valokuvausstudiolla tarkoitti opinnäytteeni muotoiluprosessin päättymistä. Tähän mennessä olin perehtynyt, tutkinut ja arvioinut sähköisen liikenteen näkymiä sekä suunnitellut ja valmistanut protomallin uudesta, suomalaiseen kaupunkiympäristöön sopivasta sähköajoneuvojen latauspisteestä.

Työn aikana olin etsinyt vastauksia tutkimuskysymyksiini, kuten ketkä ovat sähköisen liikenteen ensimmäiset käyttäjät, ja mitä vaatimuksia he asettavat sähköajoneuvojen latauspisteille. Tämänkaltaisiin kysymyksiin oli mahdotonta antaa kaikenkattavia, absoluuttisia vastauksia. Pystyin esittämään hypoteesejä tutkimusaineiston pohjalta, mutta sen lisäksi piti myös pystyä luottamaan omaan intuitioon. Työni kannalta oli tärkeää kiteyttää kaikki se oleellinen tieto latauspisteen käyttäjistä ja kaupunkiympäristöön muotoiltavista tuotteista, eikä niinkään uppoutua detajitasolle. Mielestäni yksityiskohtien miettiminen olisi vienyt opinnäytteen alueelle, missä olisi ollut liikaa epävarmuutta ja avoimia kysymyksiä.

Minulle oli tärkeää, että voisin tehdä tutkimustyötä, jolla olisi merkitystä opinnäytteeni ulkopuolella niin itselleni, kuin myös muille aiheesta kiinnostuneille. Pyrinkin dokumentoimaan työni vaiheet ja tulokset mahdollisimman kattavasti. Lisäksi yritin kertoa muotoilullisista päätöksistäni lukijalle sekä tekstin, että kuvan avulla. Mielestäni produktiivisen muotoiluprosessin kuvaaminen tulee olla mahdolli-

simman informatiivista, jotta lukija pääsee helposti sisälle työhön.

Aikataulullisesti työni jakautui suurin piirtein seuraavanlaisesti: kaksi kolmasosaa tutkimukselle ja yksi kolmasosa produktiiviselle. Aikataulutusta oli mielestäni toimiva, lukuun ottamatta opinnäytteeni hyväksyttämisen prosessia ja ohjaajan valintaa – siinä minulta meni jopa kaksi kuukautta toivottua pidempään. Lisäksi metallipajalla työskentely venyi kaksi viikkoa pidemmäksi kuin olin alunperin laskenut.

Muotoilullisesti pääsin toivomaani tulokseen. Halusin, että opinnäytteeni päätyttyä minulla olisi testattava protomalli latauspisteestä, jota voisi mahdollisesti jatkaa toimivaksi tuotteeksi. Joistain muotoilullisista ratkaisuista jouduin luopumaan suunnittelun aikana - yleensä aikataulun tai oman kokemattomuuden takia.

Pienin työpanokseni jakaantui käyttöliittymän ja valaistuksen suunnittelulle, olisin halunnut tutkia niiden toimintaa paljon tarkemmin ja kehittää niitä paremmiksi. En ole silti harmissani, vaikka aika ei niille riittänyt. Toivon, että voin jatkaa konseptin jatkojalostusta oikeaksi tuotteeksi opinnäytteen jälkeen.

Uskon, että konseptin vahvuudet eivät pelkästään rajoitu sen yhteensopimiseen suomalaiseen kaupunkiympäristöön ja suomalaisiin käyttäjiin, vaan myös maamme rajojen ulkopuolelle. Latauspisteen toimivuus Suomessa antaa sille takauksen toimivuudesta kovissakin ilmastollisissa olosuhteissa.

5.2 KONSEPTIN ARVIOINTI

Muotoilullisesti konseptista tuli odottamani kaltainen. Se edustaa selkeästi minimalistista muotokieltä, mikä oli perusteltua kaupunkikuvaan sijoittumisen ja helpomman valmistettavuuden kannalta.

Ulkonäöllisesti konsepti on mielestäni kaupunkikalusteen näköinen, eikä niinkään kodinkonemainen kuin monet muut olemassa olevat latauspisteet. Väritykseltään valitsin tuotteelleni tumman harmaan päävärin ja keltaisen korostevärin. Värit tulee tarkistaa, jos sähköisen liikenteen viestintämateriaali yhtenäistyy ja tarkentuu tulevaisuudessa.

Ympäristöystävällisen, helpon ja edullisen valmistettavuuden takaamiseksi pidin latauspisteen mitoituksen minimissä ja lataustoiminnot mahdollisimman yksinkertaisena. Tosin minun tekemäni protomalli ei olisi sopiva teolliseen valmistukseen sellaisenaan, vaan sen rakenne tulisi suunnitella uudeksi jatkokehitysvaiheessa.

Käyttöliittymän ja valaistus olivat ehdottomasti vaikeimmat suunniteltavat toiminnot konseptissani. Käyttöliittymän tuli olla yksinkertainen ja ymmärrettävä. Sen tukena toimisi LED-valaistus, joka reagoisi käyttäjän valintoihin ja itse lataukseen. Minun vähäinen kokemukseni kummastakin aiheesta ja ajalliset rajoitteet tekivät niiden suunnittelusta ja toteuttamisesta nuoralla kävelemiseen verrattavan kokemuksen. Sain kuitenkin kummatkin toteutettua konseptitasolle - kiitos opinnäytteeni ohjaajalle Jussi Mikkoselle.

Konseptin jatkotyöstöä ajatellen tärkeimmät muotoilulliset ongelmat ja haasteet löytyvät valmistettavuuden, perforointivalaistuksen ja käyttöliittymän suunnittelusta. Uskon kuitenkin, että niiden onnistuessa, ne kääntyvät latauspisteen parhaiksi puoliksi.

Aalto-yliopisto (2010). *SIMBe: Smart Infrastructures for Electric Mobility in Built Environments*. Aalto-yliopisto. Saatavissa: <http://simbe.tkk.fi/Fi/Fi>. Viitattu: 3.3.2013.

Aalto-yliopisto (2012). *Sähköä liikenteeseen Aalto-yliopistosta*. Aalto-yliopisto. Saatavissa: <http://sci.aalto.fi/fi/current/news/view/2012-05-10-003>. Viitattu: 3.3.2013.

Acea (2013). *Vehicles in use. Acea – European automobile manufacturers’ association*. Saatavissa: http://www.acea.be/news/news_detail/vehicles_in_use/. Viitattu: 28.2.2013.

Ajoneuvolaki (2002). Finlex. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2002/20021090#L2P19>. Viitattu: 28.2.2012.

Bedsworth, Louise Wells & Taylor, Margaret R. (2007). *Learning from California’s Zero-Emission Vehicle Program*. Teoksessa California Economic Policy. Toim. Hanak, Ellen. San Francisco.

Bellis, Mary (2013). *History of Electric Vehicles*. About. Saatavissa: <http://inventors.about.com/od/cstartinventions/a/History-Of-Electric-Vehicles.htm>. Viitattu: 28.2.2013.

Better place (2012). *Global progress*. Better place. Saatavissa: <http://www.betterplace.com/global/progress>. Viitattu: 28.2.2013.

Chan, C.C.& Wong, Y.S. (2004). *Electric Vehicles Charge Forward*. Teoksessa IEEE power & energy magazine 11/12 2004.

Nobil (2012). *Elbilforeningens medlemsundersøkelse*. Suom. Norjan sähköautoyhdistyksen jäsenkysely. PDF raportti. Nobil. Medlemsundersøkelsen Norsk Elbilforening.

Ensto (2012). *EV Charging Pole*. Ensto Oy. Saatavissa: http://www.ensto.com/download/21371_EVT160_EVChargingPole_RAK85_20042012.pdf. Viitattu: 28.2.2013.

Ensto (2013). *Ensto Chago Station*. Ensto Oy. Saatavissa: http://www.ensto.com/download/22215_Chago_Station_Leaflet_A4_ENG.pdf. Viitattu: 28.2.2013.

Euroopan Komissio (2012). *Road transport: Reducing CO2 emissions from vehicles*. Saatavissa: http://ec.europa.eu/clima/policies/transport/vehicles/index_en.htm. Viitattu: 28.2.2013.

Euroopan Komissio (2013). *Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi vaihtoehtoisten polttoaineiden infrastruktuurin käyttöönotosta, ehdotus* (2013). Euroopan Komissio 2013/0012 (COD). Bryssel.

Paramount parking (2012). *EV Charging Station: Moving Power to the Road*. Paramount parking. Saatavissa: <http://www.omahaparking.com/ev-stations/> Viitattu: 28.2.2013.

E24 Majandus (2012). *Tänasest saab osta elektriauto kiirllaadimist*. E24 Majandus. Saatavissa: <http://www.e24.ee/1060022/tanasest-saab-osta-elektriauto-kiirllaadimist/>. Viitattu: 28.2.2013.

Fortum (2010). *Ladattavat autot kiinteistöjen sisäisissä sähköverkoissa – suositus*. Fortum Oyj 3/2011.

Gärling, Anita & Thøgersen, John (2001). *Marketing of Electric Vehicles*. Teoksessa Business Strategy and the Environment 10, 53–65.

Hatton, C.E.; Beella, S.K; Brezet, J.C. & Wijnia, Y.C. (2009). *Charging Stations for Urban Settings the design of a product platform for electric vehicle infrastructure in Dutch cities*. EVS24.

Helmers, Eckard & Marx, Patrick (2012). *Electric cars: technical characteristics and environmental impacts*. Environmental Sciences Europe 2012, 24:14.

Hutri, Juhani (2011). *Sähköauto tulee! - Kuluttajien odotuksia sähköautoista*. Helsingin yliopisto.

Høyer, Karl Georg (2007). The history of alternative fuels in transportation: The case of electric and hybrid cars. Teoksessa Utilities Policy 16, 63-71.

IEC (2010). International Standard, IEC 61851-1:2010.

Lehtinen, Jani (2010). *Electric Vehicle Charging Systems in the Helsinki Region*. Aalto-yliopiston teknillinen korkeakoulu.

License plates of Norway (2012). Olav’s plate pictures. Saatavissa: <http://www.olavsplates.com/norway2.html>. Viitattu: 28.2.2013.

Lukin, Eero (2010). *Suomesta koekenttä sähköajoneuvojen järjestelmien testaamiseen*. Tekes. Saatavissa: <http://www.tekes.fi/ohjelmat/EVE/Ajankohtaista/suomesta+koekentta+sahkoisten?type=news>. Viitattu: 28.2.2013.

Markkula, Joni (2012). *Sähköautojen latauspalvelut ja latausliiketoiminta*. Tampereen teknillinen yliopisto.

Mitsubishi (2011). *Mitsubishi i-miev: en av årets største suksesser*. Mitsubishi. Saatavissa: <http://presse.mitsubishi-motors.no/artikkel.asp?id=2899>. Viitattu: 28.2.2013.

Nylund, Olof (2011). *Sähköautojen tulevaisuus Suomessa*. Sähköautot liikenne- ja ilmastopolitiikan näkökulmasta. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 12/2011.

Posti (2010). *Postin uudet kirjelaatikat katukuvaan piakkoin*. Itella Oyj. Saatavissa: http://www.posti.fi/tiedotteet/2010/20101004_kirjelaatikat.html. Viitattu: 28.2.2013.

Ruskovaara, Anne; Rissanen, Hanna-Leena; Rasa, Jukka; Seppälä, Juha & Laakso, Jukka (2009). *Rakennetun ympäristön esteettömyyskartoitus*. Opas kartoituksen tilaajalle ja toteuttajalle. Kirjapaino Öhrling.

Salmi, Pia; Ilveskorpi, Liisa; Saaristo-Wahlberg, Arja; Holopainen, Raija; Palmgren Tomas; Arponen, Petri; Tikkanen-Lindström, Terhi & Saukkonen, Tiina (2009). *Helsingin kaupunkikalustehje*. Helsinki: Helsingin kaupungin rakennusvirasto.

SESKO (2012). *Sähköajoneuvojen lataaminen kiinteistöjen sähköverkoissa*. SESKO ry. Saatavissa: http://www.sesko.fi/attachments/sahkoautot/seskoesite_sa_latausjarjestelmat_tammi_2012_aukeamat.pdf. Viitattu: 28.2.2013.

Shedroff, Nathan (2009). *Design Is the Problem: The Future of Design Must Be Sustainable*. New York: Rosenfeld Media, LLC.

Solar and Wind Living (2013). *Massachusetts Unveils New Electric Vehicle License Plates*. Solar & wind living. Saatavissa: <http://www.thesolarandwindexpo.com/massachusetts-unveils-new-electric-vehicle-license-plates>. Viitattu: 28.2.2013.

SURAKU Esteettömyyskriteerit (2008). Saatavissa: http://www.hel.fi/static/hkr/helsinkikaikille/ohjeet/18_Varoitusaluet_060208.pdf. Viitattu: 28.2.2013.

Tekes (2011). *Pääkaupunkiseudun sähköinen liikenne (Aalto)*. Tekes. Saatavissa: <http://www.tekes.fi/ohjelmat/EVE/Projektit?id=10543157>. Viitattu: 28.2.2013.

Tekes (2012). *EVE – Electric Vehicle Systems*. Tekes. Saatavissa: http://www.tekes.fi/fi/gateway/PTARGS_0_201_403_994_2095_43/http%3B/tekes-ali1%3B7087/publishedcontent/publish/programmes/eve/documents/eve_0712_fin.pdf. Viitattu: 28.2.2013.

Tekes (2013). *Wp2 – Service Innovations and Practices in E-Mobility*. Tekes. Saatavissa: <http://sahkoinenliiken->

KUVALÄHTEET

ne.fi/esini-project/bit-research-center/. Viitattu: 3.3.2013.

Who Killed the Electric Car? (2006). Elokuva. Plinyminor,Sony Pictures Classics.

Wikipedia (2012A). *Ford Model T*. Wikipedia. Saatavissa: http://fi.wikipedia.org/wiki/Ford_Model_T . Viitattu: 28.2.2013.

Wikipedia (2012B). *Öljyhuippu*. Wikipedia. Saatavissa: <http://fi.wikipedia.org/wiki/%C3%96ljyhuippu>. Viitattu:28.2.2013.

Wikipedia (2013A). *Ihmisen pituus*. Wikipedia. Saatavissa: http://fi.wikipedia.org/wiki/Ihmisen_pituus. Viitattu: 3.3.2013.

Wikipedia (2013B). *List of companies by revenue*. Wikipedia. Saatavissa: http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_companies_by_revenue. Viitattu: 28.2.2013.

Wikipedia (2013C). *Sähköautot Suomessa*. Wikipedia. Saatavissa: http://fi.wikipedia.org/wiki/S%C3%A4hk%C3%B6autot_Suomessa. Viitattu: 28.2.2013.

Kuva 1: eSINi-logo. Saatavissa: <http://sahkoinenliikenne.fi/wp-content/uploads/2012/05/eSINi-logo-Pieni-Sininentausta2-270x270.png>. Viitattu: 10.3.2013.

Kuva 2-4: Tekijän oma

Kuva 5: KSV. Saatavissa: <http://teknologiateollisuus.fi/fi/a/sahkoautojen-latausverkosto-laajenee.html>. Viitattu: 10.3.2013.

Kuva 6: Helsingin sanomat 15.8.2012, sivu A8.

Kuva 7: Tekijän oma

Kuva 8: Etelä-Suomen julkiset latauspisteet. Saatavissa: <http://sahkoinenliikenne.fi/latauspisteet/>. Viitattu: 10.3.2013.

Kuva 9: Viron pikalatausverkosto. Saatavissa: <http://elmo.ee/laadimispunktide-vorgustik/>. Viitattu: 10.3.2013.

Kuva 10: Tekijän oma

Kuva 11: Ladattava täyshybridi Volvo XC60. Saatavissa: http://photo.netcarshow.com/Volvo-XC60_Plugin-Hybrid_Concept_2012_photo_01.jpg. Viitattu: 10.3.2013.

Kuva 12: Täyssähköauto Mitsubishi iMiEV. Saatavissa: <http://image.intellichoice.com/f/41999880/front%20&%20driver%20side%20view%20640>. Viitattu: 10.3.2013.

Kuva 13: Sähköpyörä. Saatavissa: <http://www.flickr.com/photos/glowwormbicycles/4433035355/sizes//>. Viitattu: 10.3.2013.

Kuva 14: Sähköskootteri. Saatavissa: <http://plugbike.com/wp-content/uploads/2009/10/honda-eve-neo-electric-scooter.jpg>. Viitattu: 10.3.2013.

Kuva 15: Sähkökäyttöinen mopauto. Saatavissa: <http://www.theautochannel.com/news/2008/10/03/148446.2-lg.jpg>. Viitattu: 10.3.2013.

Kuva 16: Täyssähköauto, BEV. Saatavissa: http://1.bp.blogspot.com/_fSvarQSvbd0/S8wfAoSoPVI/AAAAAAAAABQc/d-5R_OUn2UE/s1600/nissan-leaf1.jpg. Viitattu: 10.3.2013.

Kuva 17: Hybridi, HEV. Saatavissa: <http://www.toyotainthenews.com/wp-content/uploads/2010/07/first-generation-toyota-prius-image.jpg>. Viitattu: 10.3.2013.

Kuva 18: Ladattava hybridi, PHEV. Saatavissa: <http://tcw-live.s3.amazonaws.com/toyota/CarChapters/Prius/gallery/images/assets/prius-ext-4.jpg>. Viitattu: 10.3.2013.

Kuva 19: Sähkömoottoripyörä. Saatavissa: http://www.zero-forum.com/gallery/data/2/2012_zero-s_action-06_1680x1200_press_1_.jpg. Viitattu: 10.3.2013.

Kuva 20: Hybridi kuorma-auto. Saatavissa: <http://www.inautonews.com/wp-content/uploads/2009/11/volvo-hybrid-truck2.jpg>. Viitattu: 10.3.2013.

Kuva 21: Sähköbussi. Saatavissa: <http://images.fastcompany.com/upload/Namsan1.jpg>. Viitattu: 10.3.2013.

Kuva 22: Tekijän oma

Kuva 23: Type-1 Schuko pistotulppa. Saatavissa: http://www.mennekes.in/uploads/media/IC-CPD_Mode2_Ladekabel_SCHUKO_13A_lang_01.jpg. Viitattu: 10.3.2013.

Kuva 24: Type-1 J1772 pistokytkin. Saatavissa: <http://image.made-in-china.com/2f0j00DsjQaBiEvTbW/>

SAE-J1772-Outlet-CE.jpg. Viitattu: 10.3.2013.

Kuva 25: Type-2 Mennekes pistokytkin. Saatavissa: http://www.mennekes.de/uploads/media/MENNE-KES_Inlet_und_Ladekupplung_02.jpg. Viitattu: 10.3.2013.

Kuva 26: Type-3 CHAdeMO pistokytkin. Saatavissa: http://ust.cocolog-nifty.com/blog/images/2012/03/27/evplug_3.jpg. Viitattu: 10.3.2013.

Kuva 27: CEE 3-napainen pistotulppa. Saatavissa: http://www.hartindustrialtools.co.uk/acatalog/5020-HART-B111100-PLUG_230.jpg. Viitattu: 10.3.2013.

Kuva 28: CEE 5-napainen pistotulppa. Saatavissa: http://www.conrad.de/medias/global/ce/6000_6999/6200/6210/6210/621013_RB_01_FB.EPS_1000.jpg. Viitattu: 10.3.2013.

Kuva 29: Combo 2 pistokytkin. Saatavissa: http://www.7-forum.com/news/2011/combo2connector_p90085148-b.jpg. Viitattu: 10.3.2013.

Kuva 30: Ford Focus Electric PHEV. Saatavissa: <http://1.bp.blogspot.com/-02NSj7SmraA/T7tTCHHFO-KI/AAAAAAAAAeg/KVPoDMQSWbE/s1600/Focus+electric+2012+01.jpg>. Viitattu: 10.3.2013.

Kuva 31: Ford Focus Electric PHEV luukku. Saatavissa: <http://www.blogcdn.com/green.autoblog.com/media/2012/06/2012-ford-focus-electric-plug-outlet-628.jpg>. Viitattu: 10.3.2013.

Kuva 32: Tekijän oma

Kuva 33: Opel Ampera. Saatavissa: http://www.thetorquereport.com/opel_ampera_fr_new.jpg. Viitattu: 10.3.2013.

Kuva 34: Chevrolet Volt PHEV luukku. Saatavissa: <http://media.caranddriver.com/images/11q2/407266/2011-chevrolet-volt-charging-port-photo-409596-s-1280x782.jpg>. Viitattu: 10.3.2013.

Kuva 35: Tekijän oma

Kuva 36: Mitsubishi iMiEV. Saatavissa: <http://www.dieselstation.com/wallpapers/albums/Mitsubishi-i-MiEV-American-version-2012/Mitsubishi-i-MiEV-American-version-2012-widescreen-04.jpg>. Viitattu: 10.3.2013.

Kuva 37-38: Tekijän oma

Kuva 39: Nissan Leaf BEV. Saatavissa: http://1.bp.blogspot.com/_fSvarQSvbd0/S8wfAoSoPVI/AAAAAAAAABQc/d-5R_OUn2UE/s1600/nissan-leaf1.jpg. Viitattu: 10.3.2013.

Kuva 40: Nissan Leaf BEV luukku. Saatavissa: http://cleanfuelconnectionnews.com/wp-content/uploads/2013/01/nissan-leaf-charging-port_100225873_m.jpg. Viitattu: 10.3.2013.

Kuva 41: Tekijän oma

Kuva 42: Volvo V60 PHEV. Saatavissa: <http://www.theautochannel.com/news/2011/12/13/018123-volvo-v60-plug-hybrid-most-technically-advanced-volvo-model-ever.1-lg.jpg>. Viitattu: 10.3.2013.

Kuva 43: Volvo V60 PHEV luukku. Saatavissa: <http://stwot.motortrend.com/files/2011/10/Volvo-V60-plug-in-hybrid-charging-port.jpg>. Viitattu: 10.3.2013.

Kuva 44: Tekijän oma

Kuva 45: Smart Fortwo EV BEV. Saatavissa: http://motoriblog.net/sites/default/files/imagecache/1280_watermark/6880/6880_4.jpg. Viitattu: 10.3.2013.

Kuva 46: Smart Fortwo EV BEV luukku. Saatavissa: <http://img.evolife.cn/2011-02/fd7599b03d28dffd.jpg>. Viitattu: 10.3.2013.

Kuva 47: Tekijän oma

Kuva 48: Toyota Prius PHEV. Saatavissa: <http://tcw-live.s3.amazonaws.com/toyota/CarChapters/Prius/gallery/images/assets/prius-ext-4.jpg>. Viitattu: 10.3.2013.

Kuva 49: Toyota Prius PHEV luukku. Saatavissa: <http://media.caranddriver.com/images/10q2/343308/2012-toyota-prius-plug-in-hybrid-prototype-charging-port-photo-347198-s-1280x782.jpg>. Viitattu: 10.3.2013.

Kuva 50-51: Tekijän oma

Kuva 52: Akkujen vaihtoasema. Saatavissa: <http://www.sustainableguernsey.info/blog/wp-content/uploads/2012/09/Better-Place-Battery-Switch-Station-Schiphol-SGB-em.jpg>. Viitattu: 10.3.2013.

Kuva 53: Johdoton induktiolataus. Saatavissa: http://greentech-bg.net/wordpress/wp-content/uploads/2010/11/HaloIPT_Millbrook1-1024x819.jpg. Viitattu: 10.3.2013.

Kuva 54: GE latauspiste. Saatavissa: http://johndayautomotiveelectronics.com/wp-content/uploads/2012/04/WattStation_faceview_300dpi.jpg. Viitattu: 10.3.2013.

Kuva 55: EVC100. Saatavissa: http://www.ensto.com/download/20577_A4_leaflet_EVC_FIN.pdf. Viitattu: 10.3.2013.

Kuva 56: ABB. Saatavissa: [http://www04.abb.com/global/seitp/seitp202.nsf/0/7d5cc172e8a452f9c12579ce00352848/\\$file/Terra+SC+-+front+and+right+view+-+on+white.jpg](http://www04.abb.com/global/seitp/seitp202.nsf/0/7d5cc172e8a452f9c12579ce00352848/$file/Terra+SC+-+front+and+right+view+-+on+white.jpg). Viitattu: 10.3.2013.

Kuva 57: BBR. Saatavissa: <http://myfleetdept.com/wp-content/uploads/2011/05/BBR-Yazaki-2-2.png>. Viitattu: 10.3.2013.

Kuva 58: Honda. Saatavissa: <http://media.caranddriver.com/images/11q4/430286/honda-fit-ev-concept-charging-station-photo-430405-s-1280x782.jpg>. Viitattu: 10.3.2013.

Kuva 59: ChargePro. Saatavissa: <http://ww1.prweb.com/prfiles/2011/09/15/8799715/SemaConnect-EVCharger-ChargeProChargingStation.jpg>. Viitattu: 10.3.2013.

Kuva 60: GE. Saatavissa: <http://www.coolthings.com/wp-content/uploads/2010/07/chargingpoints1.jpg>. Viitattu: 10.3.2013.

Kuva 61: EVC100. Saatavissa: http://www.ensto.com/download/20577_A4_leaflet_EVC_FIN.pdf. Viitattu: 10.3.2013.

Kuva 62: Mennekes. Saatavissa: http://www.mennekes.de/uploads/media/MENNEKES_Parkplatz_Ladestationen_Satelliten_01.jpg. Viitattu: 10.3.2013.

Kuva 63: Schneider. Saatavissa: http://michelinchallengedesign.com/MCD_2012/mcd_2012_vehicles/2048/Schneider-6940_EV_Charger.jpg. Viitattu: 10.3.2013.

Kuva 64: Level 2 EV Charging Station. Saatavissa: <http://cfnewsads.thomasnet.com/images/large/620/620258.jpg>. Viitattu: 10.3.2013.

Kuva 65: GREEN'UP. Saatavissa: http://www.legrand.com/files/fck/News/files/DD/2010/Borne_Greenup_Legrand_HD.jpg. Viitattu: 10.3.2013.

Kuva 66: Tekijän oma

Kuva 67: Erottelualue. Saatavissa: <http://www.cslandscapearchitect.com/wp-content/uploads/2012/10/DSCF3074.jpg>. Viitattu: 10.3.2013.

Kuva 68: Nokia, ekologinen jalanjälki. Saatavissa: <http://i.nokia.com/image/view/-/653244/highRes/1/-/img3-totalenergyconsumption.jpg>. Viitattu: 10.3.2013.

Kuva 69: Apple, ekologinen jalanjälki. Saatavissa: <http://photos.appleinsider.com/environment-120113.jpg>. Viitattu: 10.3.2013.

Kuva 70: Postin kirjelaatikko. Saatavissa: <http://www.flickr.com/photos/miroruart/4915117216/sizes/l/>. Viitattu: 10.3.2013.

Kuva 71-72: Tekijän oma

Kuva 73: Ensto EVT160 soviteosa. Saatavissa: http://www.ensto.com/download/21371_EVT160_EVChargingPole_RAK85_20042012.pdf. Viitattu: 10.3.2013.

Kuva 74-82: Tekijän oma

Kuva 83: Talvinen latauspiste. Saatavissa: http://www.implovator.com/wp-content/uploads/2010/12/IMG_20101227_104859.jpg. Viitattu: 10.3.2013.

Kuva 84: Tekijän oma

Kuva 85: Kettunen, Ilkka (2001). Muodon palapeli, sivu 61. WS Bookwell. Helsinki.

Kuva 86: Type-F, sininen. Saatavissa: http://www.elmix.at/images/prod_6467_0.jpg. Viitattu: 10.3.2013.

Kuva 87: Type-2, musta. Saatavissa: http://news.thomasnet.com/green_clean/wp-content/uploads/2013/02/The-Solution-for-Europe.jpg. Viitattu: 10.3.2013.

Kuva 88-92: Tekijän oma

Kuva 93: Liukuva luukku. Saatavissa: http://2.bp.blogspot.com/-Xd1VsZNJC08/TeINMf_ofPI/AAAAAA-AAAc/E2kdewJ8L-s/s1600/Ladestation+Irschenberg-2.JPG. Viitattu: 10.3.2013.

Kuva 94-96: Tekijän oma

Kuva 97: Pollari. Saatavissa: http://3.bp.blogspot.com/-GypvgXcjgo4/T3hYEBQtLwI/AAAAAAAAAEfY/jgnFjbN1ogM/s1600/_IGP3117.jpg. Viitattu: 10.3.2013.

Kuva 98: Pyöräteline. Saatavissa: <http://www.frog.ee/fi/tuotteet/elementit/pyorateline-vee>. Viitattu: 10.3.2013.

Kuva 99: Kaisa-talo. Saatavissa: <http://kivitaloinfo.fi/wp-content/images/2012/11/Kaisatalo1-690x494.jpg>. Viitattu: 10.3.2013.

Kuva 100: Katuvalaisin. Saatavissa: http://www.ewo.com/pics_db/ewolab_jdsarchitects_thealphabet_01.jpg. Viitattu: 10.3.2013.

Kuva 101: Lerppu. Saatavissa: http://www.buamai.com/wp-content/uploads/2012/09/595px-white_525-inch_floppy_disk_front.jpg. Viitattu: 10.3.2013.

Kuva 102: Lämmitin. Saatavissa: http://media.dwell.com/images/480*331/ff-012711-kelsey.jpg. Viitattu: 10.3.2013.

Kuva 103: Ilmanpuhdistin. Saatavissa: <http://www.japanrendshop.com/img/plusminuszero/plus-minus-zero-plusminuszero-air-purifier-naoto-fukasawa-3.jpg>. Viitattu: 10.3.2013.

Kuva 104: Kadunkalusteet. Saatavissa: [EWO.web-740x493.jpg. Viitattu: 10.3.2013.](http://www.andreasengesvik.no/wp-content/uploads/2009/10/</p></div><div data-bbox=)

Kuva 105: Pentax. Saatavissa: http://www.designboom.com/weblog/images/images_2/2011/jenny/pentax-k01/k01pentax07.jpg. Viitattu: 10.3.2013.

Kuva 106: Alessi Birillo. Saatavissa: <http://media.madeindesign.com/nuxeo/divers/576d9178-794c-41f5-abff-3a175e1ff52a.jpg>. Viitattu: 10.3.2013.

Kuva 107: McDonalds kalusteet. Saatavissa: http://www.designboom.com/wp-content/uploads/2012/11/norguet_mcd04.jpg. Viitattu: 10.3.2013.

Kuva 108: Thalie kulho. Saatavissa: http://www.julierichoz.ch/files/gimsgs/22_granddessus.jpg. Viitattu: 10.3.2013.

Kuva 109-211: Tekijän oma

